

(19)



(11)

EP 2 394 795 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:
B25D 17/06 (2006.01) B25D 17/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11166470.2**

(22) Anmeldetag: **18.05.2011**

(54) **Werkzeugmaschine**

Machine tool

Machine-outil

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **10.06.2010 DE 102010029918**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(73) Patentinhaber: **HILTI Aktiengesellschaft
9494 Schaan (LI)**

(72) Erfinder:
• **Hartmann, Markus
87665, Mauerstetten (DE)**
• **Kohlschmied, Frank
82362 Weilheim (DE)**
• **Daubner, Christian
82291, Mammendorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 0 133 161 EP-A2- 0 933 169
WO-A1-2010/082871 GB-A- 2 084 917**

EP 2 394 795 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine handgeführte meißelnde Werkzeugmaschine nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und wie aus der EP 0 133 161 A1 und der EP 0 933 169 A2 bekannt.

[0002] Bei meißelnden Handwerkzeugmaschinen soll eine Meißeltätigkeit eingestellt werden, wenn ein Meißel von einem Werkstück abgehoben wird. Bei pneumatisch arbeitenden Schlagwerken kann eine Luftfeder mittels zusätzlicher Belüftungsöffnungen deaktiviert werden, welche nur bei einem ausgerückten Meißel geöffnet werden, vgl. US 6116352 A. Ein Döpper, auch als Zwischenschläger oder Amboss bezeichnet, sollte hierfür nach einem Leerschlag von den Belüftungsöffnungen entfernt bleiben. Allerdings ist dies teilweise aufgrund des Abpralls des Döppers an einem vorderen Anschlag nicht gegeben.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0003] Eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine hat einen Döpper, der in einer Führung längs einer Achse geführt ist. Eine pneumatische Kammer hat ein Volumen, das mit einer Bewegung des Döppers entlang der Achse variiert. Eine pneumatische Kammer ist durch den Döpper, die Führung und eine eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung abgeschlossen. Das Volumen der pneumatischen Kammer variiert mit einer Bewegung des Döppers entlang der Achse. Die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung hat in einem Durchströmungskanal zwischen Döpper und der Führung ein in einem Lager längs der Achse zwischen zwei Stellungen bewegliches Dichtelement. Der Durchströmungskanal hat in einer ersten der zwei Stellungen des Dichtelements anliegend an einer ersten Anschlagfläche des Lagers eine erste Querschnittsfläche und der Durchströmungskanal hat in einer zweiten der zwei Stellungen des Dichtelements anliegend an einer zur ersten Anschlagfläche längs der Achse versetzten zweiten Anschlagfläche des Lagers eine zweite Querschnittsfläche. Die zweite Querschnittsfläche ist größer als die erste Querschnittsfläche. Die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung kann beispielsweise eine in den Döpper oder in die Führung eingelassene Nut und ein Dichtelement aufweisen. Das Dichtelement ist in der Nut längs der Achse zwischen einer ersten und einer zweiten Nutwand beweglich. Der Durchströmungskanal der Ventileinrichtung hat in einer ersten Stellung des Dichtelements anliegend an der ersten Nutwand die erste Querschnittsfläche und in einer zweiten Stellung des Dichtelements anliegend an der zweiten Nutwand die zweite Querschnittsfläche, die größer als die erste Querschnittsfläche ist. Anliegend an der ersten Nutwand verschließt oder drosselt das Dichtelement einen Luftstrom in bzw. aus der pneumatischen Kammer. Der Döpper

erfährt durch die abgeschlossene pneumatische Kammer eine Bremswirkung, wenn er zurück in die Werkzeugaufnahme gleitet. Anliegend an der zweiten Nutwand ist ein größerer Luftstrom durch die zweite Querschnittsfläche des Durchströmungskanals möglich. Bei einer Bewegung in Schlagrichtung ermöglicht die Ventileinrichtung einen Druckausgleich in der pneumatischen Kammer, weshalb keine Bremswirkung auftritt.

[0004] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass ein Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung zunehmend ist und die erste Anschlagfläche des Lagers der pneumatischen Kammer zugewandt ist, z.B. die Nut mit der zweiten Nutwand der pneumatischen Kammer zugewandt angeordnet ist. Das Dichtelement wird bei einem Luftstrom aus der pneumatischen Kammer in Richtung zu der der pneumatischen Kammer zugewandten Anschlagfläche des Lagers geschoben. Bei dieser ersten Variante soll Luft in die pneumatischen Kammer einströmen können, wenn sich der Döpper vorwärtsbewegt und das Volumen sich vergrößert. Wenn das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung abnehmend ist ist die zweite Anschlagfläche des Lagers der pneumatischen Kammer zugewandt ist, z.B. die Nut mit der ersten Nutwand der pneumatischen Kammer zugewandt angeordnet. Eine weitere Ausgestaltung sieht die zwei pneumatische Kammern vor, die durch die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung verbunden sind.

[0005] Die Erfindung sieht vor, dass der Durchströmungskanal zwischen der ersten Anschlagfläche des Lagers und einer auf die erste Anschlagfläche des Lagers zuweisenden ersten Anschlagfläche des Dichtelements und zwischen der zweiten Anschlagfläche des Lagers und einer auf die zweite Anschlagfläche des Lagers zuweisenden zweiten Anschlagfläche des Dichtelements verläuft. Die erste Gluerschnittsfläche des Durchströmungskanals bestimmt sich durch den Raum zwischen den ersten Anschlagflächen von Lager und Dichtelement, wenn diese aneinander anliegen. Die zweite Anschlagfläche des Lagers und/oder eine auf die zweite Anschlagfläche des Lagers zuweisenden Anschlagfläche, sprich die zweite Anschlagfläche, des Dichtelements kann wenigstens teilweise radial, d.h. senkrecht zur Achse, verlaufende Rillen aufweisen. Die Rillen definieren die zweite Querschnittsfläche, die größer als Null ist, und ermöglichen einen Luftaustausch in bzw. aus der pneumatischen Kammer, auch wenn das Dichtelement an der zweiten Nutwand anliegt. Die beiden zweiten Anschlagflächen des Lagers und Dichtelements schließen nur teilweise bündig ab, z.B. aufgrund der Rillen. Die zweite Querschnittsfläche ist ungleich Null und einen Luftstrom kann durch den Durchströmungskanal strömen. Sofern die beiden ersten Anschlagflächen bündig zueinander sind, ist die erste Querschnittsfläche gleich Null. Die Nut und das Dichtelement können ringförmig um die Achse verlaufen und das Dichtelement in der ersten Stellung die Führung und den Döpper jeweils ent-

lang einer geschlossenen Linie um die Achse berühren.

[0006] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass ein Kanal von der ersten Nutwand zu der zweiten Nutwand zwischen einem Nutboden der Nut und dem Dichtelement verläuft. Der Durchströmungskanal des Ventils verläuft zwischen dem Dichtelement und dem Körper, in den die Nut eingebracht ist.

[0007] In einer Ausgestaltung ist die erste Nutwand gegenüber der Achse um weniger als 60 Grad geneigt und die zweite Nutwand gegenüber der Achse um wenigstens 80 Grad geneigt.

[0008] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die erste Querschnittsfläche des Strömungskanals höchstens ein Zehntel der zweiten Querschnittsfläche des Strömungskanals beträgt.

[0009] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Döpper einen prismatischen, ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt mit einer gegenüber dem ersten Abschnitt vergrößerten Querschnittsfläche aufweist, wobei die Ventileinrichtung in dem zweiten Abschnitt des Döpfers angeordnet ist. Prismatisch sind Körper mit einer längs einer Achse konstanten Querschnitt, z.B. Zylinder.

[0010] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine zu der eigenmedium-betätigten Ventileinrichtung längs der Achse versetzt eine Dichtung zwischen dem Döpper und der Führung zum Abdichten der pneumatischen Kammer vorgesehen ist, wobei die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung und die Dichtung in unterschiedlichem Abstand zur Achse angeordnet sind.

[0011] Eine Ausführungsform hat eine Drossel, welche die pneumatische Kammer mit einem Luftreservoir verbindet. Eine effektive Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer, definiert durch das Differential des Volumens der pneumatischen Kammer nach der Schlagrichtung ist größer als das Hundertfache einer Querschnittsfläche der Drossel. Der Döpper wird parallel zu der Achse bewegt, wodurch sich eine Volumenänderung der pneumatischen Kammer proportional zu der Verschiebung längs der Achse und der effektiven Querschnittsfläche ergibt. Die effektive Querschnittsfläche kann durch die mathematische Operation des Differenzierens nach der Bewegungs- bzw. Schlagrichtung ermittelt werden. Bei einer zylindrischen Führung und einem zylindrischen Döpper entspricht die effektive Querschnittsfläche der größten Querschnittsfläche senkrecht zur Achse. Das Verhältnis der effektiven Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer zu der Querschnittsfläche der Drossel legt eine relative Strömungsgeschwindigkeit der Luft in der Drossel bezogen auf die Geschwindigkeit des Döpfers fest. Ab dieser relativen Strömungsgeschwindigkeit kann die Luft rasch genug aus der pneumatischen Kammer entweichen, ohne dass sich ein Druckgefälle zur Umgebung aufbaut. Es wurde erkannt, dass ein absolute Geschwindigkeit der Luft in der Drossel nicht überschritten werden kann. Die Drossel scheint aber einem Grenzwert der absoluten Geschwindigkeit zu sperren. Das Verhältnis des Hundertfachen, bevorzugt des Dreihundertfachen, ist so gewählt, dass bei ei-

nem von dem Schlagwerk getriebenen Döpper die absolute Geschwindigkeit der Luft in der Drossel erreicht wird, bei einem manuell bewegten Döpper die absolute Geschwindigkeit deutlich unterschritten wird. Im Ergebnis sperrt die Drossel bei dem geschlagen Döpper und öffnet bei manuell bewegten Döpper.

[0012] In einer Ausgestaltung kann die Ventileinrichtung als Drosselventileinrichtung ausgebildet sein. Eine effektive Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer definiert durch das Differential des Volumens der pneumatischen Kammer nach der Schlagrichtung ist größer als das Hundertfache der ersten Querschnittsfläche des Strömungskanals ist. Die erste Anschlagsfläche des Lagers und/oder eine auf die erste Anschlagsfläche des Lagers zuweisenden Anschlagsfläche des Dichtelements kann wenigstens teilweise zur Achse senkrecht radial verlaufende Rillen aufweisen. Eine Summe über deren Querschnittsfläche ist geringer als ein Hundertstel der effektiven Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer ist.

[0013] Eine Ausgestaltung hat ein pneumatisches Schlagwerk, das mit seinem Schlagkolben in Schlagrichtung auf den Döpper schlagend angeordnet ist, und eine Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, auf das der Döpper in Schlagrichtung schlagend angeordnet ist. Der Döpper ist ein längs der Achse beweglicher Schlagkörper oder Amboss, der zwischen einem Schläger eines pneumatischen Schlagwerks und einem in eine Werkzeugaufnahme eingesetzten Werkzeugs angeordnet ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0014] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine Handwerkzeugmaschine mit pneumatischem Schlagwerk und einer Döpperbremse,

Fig. 2 das pneumatische Schlagwerk in Betriebsstellung,

Fig. 3 Döpperbremse mit einer Kammer und bewegten Ventil in bremsender Stellung;

Fig. 4 Döpperbremse von Fig. 4 in gelöster Stellung;

Fig. 5 und 6 Querschnitte in den Ebenen V-V und VI-VI von Fig. 3 und Fig. 4;

Fig. 7 Detailansicht von Fig. 4;

Fig. 8 bis 11 weitere, nicht-erfindungsgemäße Döpperbremse;

Fig. 12 und 13 Döpperbremse mit zwei Kammern;

Fig. 14 und 15 Döpperbremse und stationärem Dichtelement;

Fig. 16 stationäre, nicht-erfindungsgemäße Döpperbremse;

Fig. 17 Döpperbremse für hantelförmigen Döpper;

Fig. 18 Döpperbremse mit zwei Kammern und stationärem Dichtelement;

Fig. 19 weitere Döpperbremse im Längsschnitt;

Fig. 20 die Döpperbremse von Fig. 19 im Querschnitt längs der Ebene XX-XX;

Fig. 21 Detailansicht von Fig. 19;

Fig. 22 Detailansicht eines weiteren Ventils für eine Döpperbremse.

[0015] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0016] Fig. 1 zeigt einen Bohrhämmer **1** als Ausführungsform für eine meißelnde Werkzeugmaschine. Der Bohrhämmer **1** hat ein Maschinengehäuse **2**, in dem ein Motor **3** und ein von dem Motor **3** angetriebenes pneumatisches Schlagwerk **4** angeordnet sind und eine Werkzeugaufnahme **5** vorzugsweise lösbar befestigt ist. Der Motor **3** ist beispielsweise ein Elektromotor, der über einen kabelgebundenen Netzanschluss **6** oder ein aufladbares Batteriesystem mit Strom versorgt wird. Das pneumatische Schlagwerk **4** treibt ein in die Werkzeugaufnahme **5** eingesetztes Werkzeug **7**, z.B. einen Bohrmeißel oder einen Meißel, von dem Bohrhämmer **1** weg, längs einer Achse **8** in Schlagrichtung **9** in ein Werkstück. Der Bohrhämmer **1** weist optional einen Drehantrieb **10** auf, der das Werkzeug **7** zusätzlich zu der schlagenden Bewegung um die Achse **8** drehen kann. An dem Maschinengehäuse **2** sind ein oder zwei Handgriffe **11** befestigt, die einem Anwender ermöglichen, den Bohrhämmer **1** zu führen. Eine rein meißelnde Ausführungsform, z.B. ein Meißelhammer, unterscheidet sich von dem Bohrhämmer **1** im wesentlichen nur durch das Fehlen des Drehantriebs **10**.

[0017] Das beispielhaft dargestellte pneumatische Schlagwerk **4** hat einen Schlagkolben **12**, der durch eine erregte Luftfeder **13** zu einer Bewegung nach vorne, d.h. in Schlagrichtung **9**, längs der Achse **8** angeregt wird. Der Schlagkolben **12** schlägt auf einen Döpper **20** auf und gibt dabei einen Teil seiner kinetischen Energie an den Döpper **20** ab. Aufgrund des Rückstoßes und angeregt durch die Luftfeder **13** bewegt sich der Schlagkolben **12** nach hinten, d.h. entgegen der Schlagrichtung **9**, bis

die komprimierte Luftfeder **13** den Schlagkolben **12** wieder nach vorne treibt. Die Luftfeder **13** ist durch eine pneumatische Kammer gebildet, die axial, nach vorne durch eine hintere Stirnfläche **21** des Schlagkolbens **12** und axial, nach hinten durch einen Erregerkolben **22** abgeschlossen ist. In radialer Richtung kann die pneumatische Kammer umfänglich durch ein Schlagrohr **23** abgeschlossen sein, in dem der Schlagkolben **12** und der Erregerkolben **22** längs der Achse **8** geführt sind. In anderen Bauformen kann der Schlagkolben **12** in einem topfförmigen Erregerkolben gleiten, wobei der Erregerkolben den Hohlraum der pneumatischen Kammer in radialer Richtung, d.h. umfänglich abschließt. Die Luftfeder **13** wird durch eine gezwungene, oszillierende Bewegung längs der Achse **8** des Erregerkolbens **22** erregt. Ein Exzenterantrieb **24**, ein Taumelantrieb etc. kann die Drehbewegung des Motors **3** in die lineare, oszillierende Bewegung des Erregerkolbens **22** ist auf das Zusammenspiel des Systems aus Schlagkolben **12**, Luftfeder **13** und Döpper **20** und deren relative axiale Abstände, insbesondere einen vorgegebenen Stoßpunkt **25** des Schlagkolbens **12** mit dem Döpper **20** abgestimmt, um das System resonant und damit optimal für eine Energieübertragung von dem Motor **3** auf den Schlagkolben **12** anzuregen.

[0018] Der Döpper **20** ist ein Körper, vorzugsweise ein Rotationskörper, mit einer vorderen, in Schlagrichtung **9** freiliegenden Schlagfläche **26** und einer hinteren, entgegen der Schlagrichtung **9** freiliegenden Schlagfläche **27**. Ein Stoß auf seine hintere Schlagfläche **27** überträgt der Döpper **20** auf das an seiner vorderen Schlagfläche **26** anliegende Werkzeug **7**. Der Döpper **20** kann seiner Funktion entsprechend auch als Zwischenschläger bezeichnet werden.

[0019] Eine Führung **28** führt den Döpper **20** längs der Achse **8**. In dem dargestellten Beispiel taucht der Döpper **20** teilweise mit einem hinteren Ende in einen hinteren Führungsabschnitt **29** ein. Das hintere Ende liegt mit seiner radialen Außenfläche an dem Führungsabschnitt **29** in radialer Richtung an. Ein vorderer Führungsabschnitt **30** kann gleichermaßen ein vorderes Ende des Döppers **20** umschließen und dessen radiale Bewegung einschränken. Der hintere und der vordere Führungsabschnitt **29**, **30** bilden zugleich zwei Anschläge, die eine axiale Bewegung des Döppers **20** auf eine Wegstrecke zwischen dem hinteren Anschlag **29** und dem vorderen, in Schlagrichtung **9** liegenden Anschlag (Döpperanschlag) **30** begrenzen. Der Döpper **20** hat einen verdickten mittleren Abschnitt **33**, welcher mit seinen Stirnflächen an den Führungsabschnitten **29**, **30** anschlägt. Die beispielhaft dargestellte Führung **28** hat ein, beispielsweise zylindrisches, umfänglich geschlossenes Führungsrohr **31**, in dem der Döpper **20**. Der dickere Abschnitt **33** des Döppers **20** ist mit seiner Mantelfläche **34**, d.h. radialen Außenfläche, wenigstens abschnittsweise oder entlang seines gesamten Umfangs von einer Innenwand **32** des Führungsrohrs **31** radial beabstandet. Über

die gesamte axiale Länge des mittleren verdickten Abschnitts **33** verläuft ein rinnenförmiger oder zylindrischer Spalt **35** zwischen dem Döpper **20** und dem Führungsrohr **31**. Der Spalt **35** kann beispielsweise eine radiale Abmessung von zwischen 0,5 mm und 4 mm haben.

[0020] Beim Meißeln stützt sich das Werkzeug **7** an der vorderen Schlagfläche **26** des Döppers **20** ab, wodurch der Döpper **20** an dem hinteren Anschlag **29** eingerückt gehalten wird (Fig. 2). Das Schlagwerk **4** ist auf die eingerückte Stellung des Döppers **20** ausgelegt. Der vorgegebene Stoßpunkt **25** (Fig. 2) des Schlagkolbens **12** und Umkehrpunkt in der Bewegung des Schlagkolbens **12** wird durch die hintere Schlagfläche **27** des eingerückten Döppers **20** festgelegt.

[0021] Sobald ein Anwender das Werkzeug **7** von dem Werkstück entfernt, soll die schlagende Funktion des pneumatischen Schlagwerks **4** unterbrochen werden, da sonst der Bohrer **1** leer schlägt. Ein Stoß des Schlagkolbens **12** auf den Döpper **20** führt dazu, dass der Döpper **20** zu dem vorderen Anschlag **30** gleitet und bevorzugt in dessen Nähe stehen bleibt. Der Schlagkolben **12** kann sich über den vorgegebenen Stoßpunkt **25** nach vorne, in Schlagrichtung **9** bis zu dem vorzugsweise dämpfenden Anschlag **30** hinausbewegen. In der über den Stoßpunkt **25** hinaus vorgerückten Stellung gibt der Schlagkolben **12** eine Belüftungsöffnung **36** in dem Schlagrohr **23** frei, durch welche die pneumatische Kammer der erregten Luftfeder **13** mit vorzugsweise der Umgebung in dem Maschinengehäuse **2** verbunden und belüftet wird. Die Wirkung der Luftfeder **13** wird reduziert oder aufgehoben, weshalb der Schlagkolben **12** aufgrund der abgeschwächten oder ausbleibenden Ankopplung an den Erregerkolben **22** stehen bleibt. Das Schlagwerk **4** wird wieder aktiviert, wenn der Döpper **20** bis zu dem hinteren Anschlag **29** eingerückt wird und der Schlagkolben **12** die Belüftungsöffnung **36** verschließt.

[0022] Damit der Döpper **20** nach einem Leerschlag vorzugsweise in der Nähe des vorderen Anschlags **30** liegen bleibt, kann sich der Döpper **20** im wesentlichen ungebremst in Schlagrichtung **9** zu dem vorderen Anschlag **30** bewegen, in Gegenrichtung zu dem hinteren Anschlag **29** erfolgt die Bewegung jedoch gegen eine Federkraft wenigstens einer Luftfeder **40**. Die Federkraft der Luftfeder **40** wird in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung des Döppers **20**, bezogen auf die Führung **28** gesteuert.

[0023] Eine wenigstens teilweise radial verlaufende Fläche des Döppers **20** und eine wenigstens teilweise radial verlaufende Fläche der Führung **28** bilden Innenflächen der pneumatischen Kammer **40**, welche senkrecht oder geneigt zur Achse **8** orientiert sind. Ein axialer Abstand der beiden radial verlaufenden Flächen ändert sich mit der Bewegung des Döppers **20** und damit das Volumen der pneumatischen Kammer **40**. Die Volumenänderung bewirkt eine Änderung des Drucks innerhalb der pneumatischen Kammer **40**.

[0024] Eine entgegen der Schlagrichtung **9** weisende, hintere Prellfläche **41** des dickeren Abschnitts **33** kann

die erste radial verlaufende Innenfläche der pneumatischen Kammer **40** bilden. Eine in Schlagrichtung **9** weisende, hintere Prellfläche **42** der Führung **28**, die mit der hinteren Prellfläche **41** des dickeren Abschnitts **33** den hinteren Anschlag **29** definiert, kann die zweite radial verlaufende Innenfläche der pneumatischen Kammer **40** sein.

[0025] In radialer Richtung ist die pneumatische Kammer **40** auf einer Seite durch die Führung **28** und auf der anderen Seite durch den Döpper **22** abgeschlossen. Eine hermetische, luftdichte

[0026] Versiegelung zwischen dem Döpper **20** und der Führung **28** erfolgt durch ein erstes Dichtelement **43** und ein zweites Dichtelement **44**. Die Dichtelemente **43**, **44** sind längs der Achse **8** zueinander versetzt angeordnet. Das erste Dichtelement **43** ist beispielsweise zwischen den beiden Anschlägen **29**, **30** das zweite Dichtelement **44** axial außerhalb der beiden Anschläge **29**, **30**, d.h. der jeweiligen Prellflächen **42** angeordnet. Zwischen den beiden Dichtelementen **43**, **44** befinden sich die radial verlaufenden Innenflächen der pneumatischen Kammer **40**. In der dargestellten Ausführungsform sind die Dichtelemente **43**, **44** auf Abschnitten des Döppers **20** mit unterschiedlichem Querschnitt angeordnet, wodurch der Abstand der Dichtelemente **43**, **44** zu der Achse **8** verschieden groß ist. In anderen Ausführungsformen sind wenigstens Abschnitte der Dichtelemente **43**, **44** in verschiedenem Abstand zur Achse **8**. In einer Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Achse **8** überlappen die zwei Dichtungen nicht oder wenigstens abschnittsweise nicht.

[0027] Die Abhängigkeit der Luftfeder **40** von der Bewegungsrichtung des Döppers **20** wird dadurch erreicht, dass wenigstens eines der Dichtelemente **43**, **44** als Ventil **50** ausgebildet ist. Ein Luftkanal **45** bindet die pneumatische Kammer **40** an ein Luftreservoir in der Umgebung, z.B. dem Maschinengehäuse **2** an. In dem Kanal **45** ist das Ventil **50** angeordnet, welches einen Luftstrom durch den Kanal **45** steuert. Die Steuerung erfolgt in Abhängigkeit der Bewegung des Döppers **20**. Wenn sich der Döpper **20** in Schlagrichtung **9** bewegt, öffnet das Ventil **50** und Luft kann aus dem Reservoir durch den Kanal **45** in das sich vergrößernde Volumen der pneumatischen Kammer **40** nachströmen; die Luftfeder wird hierdurch deaktiviert. Das Ventil **50** sperrt den Kanal **45**, wenn der Döpper **20** sich entgegen der Schlagrichtung **9** bewegt. Der Druck in der pneumatischen Kammer **40** steigt mit dem sich verringernden Volumen der pneumatischen Kammer **40** an, wodurch die Luftfeder **40** der Bewegung des Döppers **20** entgegenwirkt.

[0028] In einer Ausführungsform ist das Ventil **50** als selbsttätiges oder eigenmedium-betätigtes Ventil **50** ausgebildet, z.B. ein Rückschlagventil oder ein Drosselrückschlagventil. Das Ventil **50** wird durch einen Luftstrom betätigt, der in das Ventil **50** einströmt. Der Luftstrom ist Folge einer Druckdifferenz zwischen der pneumatischen Kammer **40** und dem mit ihr über das Ventil **50** verbundenen Raum **51**. Der verbundene Raum **51** kann ein sehr großes Luftreservoir, z.B. die Umgebung,

das Innere des Maschinengehäuses **51**, oder eine andere abgeschlossene, pneumatische Kammer mit begrenztem Volumen sein.

[0029] In der dargestellten Ausführungsform drückt die Luftfeder **40** einen dichtenden Verschlusskörper **52** des Ventils **50** gegen eine Ventilöffnung **53** oder Ventilsitz des Ventils **50**, wodurch die Ventilöffnung **53** hermetisch geschlossen wird. Wenn der Druck innerhalb des durch das Ventil **50** angebundenen Raums **51** die Luftfeder **40** überwindet, d.h. den Druck innerhalb der pneumatischen Kammer **40** übersteigt, wird der Verschlusskörper **52** von der Ventilöffnung **53** weggedrückt. Luft kann durch die Ventilöffnung **53** entlang des Luftkanals **45** in die pneumatische Kammer **40** einströmen.

[0030] Bei der Bewegung des Döppers **20** ändert sich das Volumen der pneumatischen Kammer **40** proportional zu der Geschwindigkeit des Döppers **20** und zu der ringförmigen Querschnittsfläche des von der pneumatischen Kammer **40** umschlossenen Volumens. Im geöffneten Zustand hat das Ventil **50** an seiner engsten Stelle senkrecht zur Strömungsrichtung eine Öffnung mit einer Querschnittsfläche (hydraulischen Querschnitt), die vorzugsweise 1/30, z.B. 1/20, 10 % der effektiven Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer **40** nicht unterschreitet. Die verdrängte Luft strömt durch das geöffnete Ventil **50** mit etwa der 30-fachen, respektive der 20-fachen, 10-fachen, Geschwindigkeit des Döppers **20**.

[0031] Eine Drosselöffnung **54** kann die pneumatische Kammer **40** belüften. Die Drosselöffnung **54** kann beispielsweise eine Bohrung durch die Wand des Führungsrohrs **31** sein. Die Fläche eines Strömungsquerschnitts (hydraulischer Querschnitt) der Drosselöffnung **54** ist um wenigstens zwei Größenordnungen geringer als die ringförmige Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer **40**, z.B. kleiner als 0,5 Prozent. Die Drosselöffnung **54** ist beispielsweise größer als 1/2000 oder 1/1500 der ringförmigen Querschnittsfläche, um ein manuelles Einschleiben des Döppers **20** zu ermöglichen. Der Strömungsquerschnitt oder die Querschnittsfläche der Drosselöffnung **54** ist an deren engster Stelle senkrecht zur Strömungsrichtung bestimmt. Soll die Drossel **54** die Volumenänderung ohne Druckänderung ausgleichen, muss die verdrängte Luft mit einer um das wenigstens Hundertfache der Geschwindigkeit des Döppers die Drossel **20** passieren. Die Strömungseigenschaften von Luft setzen der Strömungsgeschwindigkeit eine obere Grenze, weshalb ein Druckausgleich zwar bei einem langsamen aber bei nicht einem schnell bewegenden Döpper **20** möglich ist.

[0032] Die Geschwindigkeit des Döppers **20** in Schlagrichtung **9** liegt etwa im Bereich von 1 m/s bis 10 m/s bei einem Leerschlag. Entsprechend schnell vergrößert sich das Volumen der pneumatischen Kammer **40**. Durch das geöffnete Ventil **50** strömt Luft in pneumatische Kammer **40** mit einer hohen Rate ein, so dass sich rasch ein Druckausgleich einstellt. Wenn der Döpper **20** an dem Döpperanschlag **30** reflektiert wird, kann seine Geschwindigkeit entgegen der Schlagrichtung **9** in gleicher Größenord-

nung liegen. Das Ventil **50** schließt und die Kompression der geschlossenen pneumatischen Kammer **40** bremst den Döpper **20**. Die Drosselöffnung **54** lässt nur einen geringen Luftstrom austreten, wodurch der Überdruck in der pneumatischen Kammer **40** aufrecht erhalten bleibt. Bei einer langsamen Bewegung von weniger als 0,2 m/s entgegen der Schlagrichtung **9**, typisch für ein neues Ansetzen des Meißels, kann die Luft mit einer ausreichenden Rate durch die Drosselöffnung **54** austreten, um einen Druckausgleich zu ermöglichen. Alternativ zu einer gesonderten Drosselöffnung **54** kann das Ventil **50** als Drosselventil ausgelegt sein, das eine entsprechende Drosselöffnung in einer geschlossenen/ drosselnden Stellung offen lässt.

[0033] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine beispielhafte Ausführung mit einem Ventil **60** im geschlossenen bzw. offenen Zustand. Fig. 5 und Fig. 6 sind Querschnitte durch das Ventil **60** in den Ebenen V-V bzw. VI-VI. Das Ventil **60** hat als Verschlusskörper **52** einen Dichtring **61**, d.h. ein ringförmiges Dichtelement, das in einer umfänglich verlaufenden Nut **62** in dem dickeren Abschnitt **33** des Döppers **20** eingesetzt ist. Der Spalt **35** zwischen Döpper **20** und Führungsrohr **31** wird durch den Dichtring **61** und die Nut **62** in zwei Abschnitte längs der Achse **8** unterteilt, was dem durch das Ventil **50** unterteilten Luftkanal **45** entspricht. Je nach Stellung des Dichtrings **61** kann Luft entlang des Spalts **35** strömen. Die verschließbare Ventilöffnung wird durch einen Sitz des Dichtrings **61** im Bereich einer vorderen, d.h. in Schlagrichtung **9** liegenden, Nutwand **63** der Nut **62** definiert.

[0034] Der Dichtring **61** ist z.B. ein elastischer O-Ring aus natürlichem oder synthetischem Kautschuk. Eine radial nach außen zeigende Fläche, nachfolgend radiale Außenfläche **64** des Dichtrings **61** liegt entlang des gesamten Umfangs des Dichtrings **61** schlüssig an der Innenwand **32** des Führungsrohrs **31** an, so dass der Dichtring **61** und das Führungsrohr **31** hermetisch miteinander abschließen. Der Dichtring **61** kann in dem Führungsrohr **31** radial vorgespannt eingesetzt sein, um die luftdichte Versiegelung zu unterstützen. Eine Stärke **65** des Dichtrings **61**, d.h. eine Differenz von Außenradius zu Innenradius, ist vorzugsweise geringer als eine Tiefe **66** der Nut **62**. Eine radial nach innen zeigende Fläche, nachfolgend radiale Innenfläche **67** des Dichtrings **61** ist in radialer Richtung von einem Nutboden **68** der Nut **62** zumindest in einem Abschnitt entlang des Umfangs des dickeren Abschnitts **33** beabstandet. Zwischen dem Nutboden **68** und dem Dichtring **61** ist ein Spalt **69**, durch den Luft längs der Achse **8** strömen kann.

[0035] Für den geschlossenen oder hermetisch dichtenden Zustand des Ventils **60** liegt der Dichtring **61** mit einer vorderen, d.h. in Schlagrichtung **9** weisenden, Stirnfläche **70** an der vorderen Nutwand **63** der Nut **62** an (Fig. 3). Die vordere Nutwand **63** und die vordere Stirnfläche **70** berühren sich zumindest entlang einer ringförmig geschlossenen Linie um die Achse **8**. Die vordere Stirnfläche **70** kann beispielsweise abgeflacht sein, um an einer Fläche der Nutwand **63** mit gleicher Neigung,

z.B. senkrecht, zu der Achse **8** abzuschließen. Eine hermetische Abdichtung des Ventils **60** ergibt sich durch die paarweise hermetische Abdichtung des Dichtrings **61** mit der Nutwand **63**, also dem Döpper **20**, bzw. dem Führungsrohr **31**, also der Führung **28**. Die Bewegung des Döppers **20** entgegen der Schlagrichtung **9** stabilisiert das Ventil **60** in dem geschlossenen Zustand. In der durch das Ventil **60** abgeschlossenen pneumatischen Kammer **40** erhöht sich der Druck gegenüber der Umgebung, wodurch der Dichtring **61** gegen die vordere Nutwand **63** gepresst wird.

[0036] Für den offenen Zustand liegt der Dichtring **61** mit einer hinteren, d.h. entgegen der Schlagrichtung **9** weisenden, Stirnfläche **71** an der hinteren Nutwand **72** der Nut **62** an (Fig. 4). Ein Abstand der vorderen Nutwand **63** zu der hinteren Nutwand **72** ist derart bemessen, dass sich der Dichtring **61** von der vorderen Nutwand **63** zumindest abschnittsweise entlang des Umfangs löst, wenn der Dichtring **61** an der hinteren Nutwand **72** anliegt. Beispielsweise ist der Abstand zwischen den Nutwänden größer als eine Abmessung des Dichtrings **61** längs der Achse **8**. Der Dichtring **61** verschiebt sich längs der Achse **8** von der vorderen Nutwand **63** zu der hinteren Nutwand **72**.

[0037] Die hintere Nutwand **72** und/oder die hintere Stirnfläche **70** des Dichtrings **61** sind derart strukturiert, dass eine Anlagefläche entlang der sie sich berühren durch wenigstens einen in der Anlagefläche liegenden, durchgehenden Kanal vom Nutboden **68** bis zum Führungsrohr **31** unterbrochen ist. Beispielsweise sind in der hinteren Stirnfläche **71** ein oder mehrere radial verlaufende Rillen **73** vorgesehen. Der Dichtring **61** berührt die hintere Nutwand **72** nur abschnittsweise entlang des Umfangs und Luft kann durch die Rillen **73** strömen. Ein Kanal durch das offene Ventil **60** verläuft somit entlang der vorderen Stirnfläche **72**, der radialen Innenfläche **67** und den Rillen **73**. Die Bewegung des Döppers **20** in Schlagrichtung **9** stabilisiert das Ventil **60** in dem offenen Zustand. In der pneumatischen Kammer **40** fällt der Druck unter den Umgebungsdruck, z.B. in dem Raum **51** ab, der Druckgradient bewirkt ein Einströmen von Luft und ein Anpressen des Dichtrings **61** an die hintere Nutwand **72**. Alternativ oder zusätzlich zu den Rillen **73** in dem Dichtring **61** können radial verlaufende Rillen in die hintere Nutwand **72** eingelassen sein. Die Luft kann entlang diesen Rillen fließen, Stege zwischen den Rillen verhindern ein Verschließen der Rillen durch den Dichtring **61**.

[0038] Die hintere Stirnfläche **71** kann anstelle von Rillen **73** andere Strukturen aufweisen, die Kanäle von der radialen Innenfläche **67** zu der radialen Außenfläche **64** definieren. Die Kanäle können streng radial oder zusätzlich teilweise entlang des Umfangs des Dichtrings **61** verlaufen. Beispielsweise können steife Noppen vorgesehen sein, welche entgegen den auftretenden Kräften bei einer Vorwärtsbewegung des Döppers **20** die Kanäle aufrecht erhalten.

[0039] Der Dichtring **61** kann Rillen **74** an einer seiner

radialen Innenfläche aufweisen (Fig. 7). Dies ermöglicht einen an dem Nutboden anliegenden Dichtring **61** zu verwenden.

[0040] In einer Ausgestaltung wirkt der Dichtring **61** drosselnd, wenn die vordere Stirnfläche **70** an der vorderen Nutwand **63** anliegt. Ein geringer Luftstrom kann zwischen der Stirnfläche **70** und der vorderen Nutwand **63** durchfließen. Hierzu können dünne radiale Kanäle in der vorderen Stirnfläche **70** eingebracht sein. Die effektive gesamte Querschnittsfläche der Kanäle ist geringer als die effektive gesamte Querschnittsfläche der Kanäle **73** in der hinteren Stirnfläche **71**. Eine Querschnittsfläche senkrecht zum Luftstrom der dünnen Kanäle ist auf höchstens ein Hundertstel der über alle Rillen **73** summierten zum Luftstrom senkrechten Querschnittsflächen der Rillen **73** beschränkt.

[0041] Das erste Dichtelement **43** ist in der Ausführungsform durch das zwischen den Anschlängen **29**, **30** bewegte Ventil **60** realisiert. Das zweite Dichtelement **44** ist zu dem hinteren Anschlag **29** axial, entgegen der Schlagrichtung **9** versetzt angeordnet und ist beispielhaft in der Führung **28** stationär gelagert. Das zweite Dichtelement **44** ist vorzugsweise ringförmig ausgebildet, z.B. als O-Ring aus Kautschuk. Der Döpper **20** hat einen zylindrischen, hinteren Abschnitt **75**, der durch das zweite Dichtelement **44** schlüssig mit dessen innerer radialer Fläche geführt wird. Die Länge **76** des hinteren zylindrischen Abschnitts **75** ist vorzugsweise derart bemessen, dass zumindest ein Teil des hinteren Abschnitts **75** in dem zweiten Dichtelement **44** steckt, wenn der Döpper **20** an dem vorderen Anschlag **30** anliegt, um die pneumatische Kammer **40** in jeder Stellung des Döppers **20** hermetisch zu versiegeln. Die Länge **76** des hinteren Abschnitts **75** ist wenigstens länger als der Weg des Döppers **20** zwischen dem vorderen Anschlag **30** und dem hinteren Anschlag **29**.

[0042] Das zweite Dichtelement **44** kann beispielsweise in eine zylindrische Hülse **77** eingesetzt sein, welche in das Führungsrohr **31** eingeschoben ist. Die vorderen Stirnflächen der Hülse **77** können die Anschlagsflächen **42** für den hinteren Anschlag **29** bilden. Die Querschnittsfläche der Hülse **77** kann im Wesentlichen die Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer **40** vorgeben. Das zweite Dichtelement **44** kann alternativ auf dem hinteren Abschnitt **75** des Döppers **20** befestigt sein, z.B. in einer Ringnut. Die Hülse **79** ist mit einer vorzugsweise glatten zylindrischen Innenwand versehen, an der das zweite Dichtelement **44** entlang gleitet.

[0043] Ein Durchmesser des hinteren Abschnitts **75** ist geringer als ein Durchmesser des dickeren Abschnitts **33**, wodurch die Ventileinrichtung **60** in einem größeren Abstand zu der Achse **8** angeordnet ist als das zweite Dichtelement **44**.

[0044] Die vordere Nutwand **70** kann gegenüber der Achse **8** geneigt sein, z.B. zwischen **45** Grad und **70** Grad. Die geneigte Nutwand **70** kann den Dichtring **61** aufspreizen, um einen dichten Sitz an der vorderen Nutwand **70** zu unterstützen.

[0045] Fig. 8 und Fig. 9 zeigen eine nicht-erfindungsgemäße Ausführung mit einem Ventil **80** im geschlossenen bzw. offenen Zustand. Fig. 10 und Fig. 11 sind Querschnitte durch das Ventil **80** in den Ebenen X-X bzw. XI-XI. Das Ventil **80** hat als Verschlusskörper einen Dicht-
ring **81**, der in einer umfänglich verlaufenden Nut **82** in dem dickeren Abschnitt **33** des Döppers **20** eingesetzt ist. Der Spalt **35** zwischen Döpper **20** und Führungsrohr **31** bildet den Kanal **45**, welcher durch die Nut **81** und den Dichtring **82** längs der Achse **8** unterteilt ist. Im Bereich einer vorderen Nutwand **84** der Nut **82** kann der Dichtring **82** den Kanal **45** verschließen.

[0046] Die Nut **82** kann den Dichtring **81** derart aufnehmen, dass der Dichtring **81** von der Innenwand **32** des Führungsrohrs **31** beabstandet ist (Fig. 8), d.h. ein Luftspalt **84** zwischen Dichtring **81** und Führungsrohr **31** ist. Eine Tiefe **85** der Nut **82** kann dazu wenigstens so groß wie eine Stärke **86** des Dichtrings **81** sein. Eine Länge **87** eines Nutbodens **88** kann wenigstens so groß wie eine Länge **89** des Dichtrings **81** längs der Achse **8** gewählt sein. Der Nutboden **88** verläuft im Wesentlichen parallel zu der Achse **8** und ist zylindrisch. Luft kann entlang des Spalts **35** in die pneumatische Kammer **40** einströmen.

[0047] Eine vordere Nutwand **90** ist gegenüber der Achse **8** geneigt und definiert vorzugsweise eine kegelförmige Fläche, deren Radius in Schlagrichtung **9** anwächst. In einem geschlossenen Zustand des Ventils **80** ist der Dichtring **81** auf die kegelförmige, vordere Nutwand **90** aufgeschoben. Der Dichtring **81** ist dabei radial aufgespreizt und sein Außendurchmesser erhöht, zumindest soweit, dass die radiale Außenfläche **91** des Dichtrings **81** die Innenwand **32** des Führungsrohrs **31** berührt (Fig. 9). Es ergibt sich eine hermetische Abdichtung zwischen Döpper **20** und der Führung **28** durch deren paarweise, hermetisch versiegelnde Berührung mit dem Dichtring **81**.

[0048] Die Druckverhältnisse bei einer Rückwärtsbewegung des Döppers **20** schieben den Dichtring **81** auf die kegelförmige, vordere Nutwand **90** und bewirken somit ein selbsttätiges Verschließen des Ventils **80**. Bei einer Vorwärtsbewegung löst sich der Dichtring **81** von der kegelförmigen, vorderen Nutwand **90**, relaxiert in seine Grundform mit geringerem Außendurchmesser und gibt den Luftspalt **84** zum Öffnen des Ventils **80** frei.

[0049] Der Dichtring **81** ist z.B. ein elastischer O-Ring aus natürlichem oder synthetischem Kautschuk. Der Dichtring **81** kann symmetrisch zu einer Ebene senkrecht zur Achse **8** geformt sein, d.h. mit identischen Stirnflächen.

[0050] Das zweite Dichtelement **44** kann zu dem hinteren Anschlag **29** axial, entgegen der Schlagrichtung **9** versetzt angeordnet und kann beispielsweise ein in der Führung **28** stationär gelagerter Dichtring sein. Alternativ kann das zweite Dichtelement **44** auf dem hinteren Abschnitt **75** des Döppers **20** gelagert sein.

[0051] Fig. 12 zeigt eine Ausführungsform mit dem Ventil **60**, das die vordere pneumatische Kammer **120**

und die hintere pneumatische Kammer **40** pneumatisch koppelt. Für die Beschreibung der Elemente, insbesondere für die hintere pneumatische Kammer **40** wird auf die Ausführungsformen im Zusammenhang mit dem Ventil **60** verwiesen. Der Luftkanal **134** zwischen den beiden pneumatischen Kammern **40**, **120** ist vollständig innerhalb der Führung **28** angeordnet.

[0052] Eine vordere Prellfläche des dickeren Abschnitts **33** des Döppers **20** bildet die hintere Innenwand **132** der vorderen pneumatischen Kammer **120** und die hintere Prellfläche des dickeren Abschnitts **33** die vordere Innenwand **41** der hinteren pneumatischen Kammer **40**. Die vordere Innenwand **131** der vorderen pneumatischen Kammer **120** kann durch einen den vorderen Anschlag **30** definierenden Bereich der Führung **28** gebildet sein. In der vorderen pneumatischen Kammer **120** kann auch ein elastisches Dämpfungselement **30** aus Kautschuk, z.B. ein O-Ring, angeordnet sein, das einen Stoß des Döppers **20** in den vorderen Anschlag **30** abbildert. Projektionen der beiden Innenwände **131**, **132** der vorderen pneumatischen Kammer **120** auf eine Ebene senkrecht zur Achse **8** sind im Wesentlichen gleich. Die hintere Innenwand **42** der hinteren pneumatischen Kammer **40** kann durch eine den hinteren Anschlag **29** definierende Fläche der Führung **28** gebildet sein. Projektionen der beiden Innenwände **41**, **42** der hinteren pneumatischen Kammer **40** auf eine Ebene senkrecht zur Achse **8** sind im Wesentlichen gleich. Bei einer Bewegung des Döppers **20** ändern sich die axialen Abstände zwischen den Innenwänden jeweils einer der pneumatischen Kammern **40**, **120** und folglich deren Volumina. Die Summe der beiden Volumina kann konstant sein, wofür die Flächen der auf die zur Achse **8** senkrechten Ebene projizierten vorderen Innenwände und die entsprechend projizierten Flächen der hinteren Innenwände gleich groß sind.

[0053] Den Luftkanal **134** zwischen den pneumatischen Kammern **40**, **120** bildet der Spalt **35** zwischen dem Döpper **20** und dem Führungsrohr **31**. Längs der Achse **8** verlaufende Rillen in der Mantelfläche **34** des dickeren Abschnitts **33** können zusätzliche Luftkanäle bilden.

[0054] Das Ventil **60** auf dem dickere Abschnitt **33** sperrt gegen einen Luftstrom von der hinteren in die vordere pneumatische Kammer **120** und öffnet für einen Luftstrom von der vorderen pneumatischen Kammer in die hintere pneumatische Kammer **40**. Der Aufbau des Ventils **60** kann den vorhergehenden Beschreibungen entnommen werden.

[0055] Das dritte Dichtelement kann ein Dichtring **142** aus Kautschuk sein, der zu dem vorderen Anschlag **30** axial, in der Schlagrichtung **9** versetzt angeordnet ist. Das dritte Dichtelement **133** kann beispielsweise in einer Nut in dem Führungsrohr **31** eingesetzt sein. Der Döpper **20** hat einen zylindrischen, vorderen Abschnitt **143**, der durch das dritte Dichtelement **133** schlüssig mit dessen innerer radialer Fläche **144** geführt wird. Die Länge **145** des vorderen zylindrischen Abschnitts **143** ist vorzugs-

weise derart bemessen, dass zumindest ein Teil des vorderen Abschnitts **143** in dem dritten Dichtelement **133** steckt, wenn der Döpper **20** an dem hinteren Anschlag **29** anliegt, um die vordere pneumatische Kammer **120** in jeder Stellung des Döppers **20** hermetisch zu versiegeln. Wenn der Döpper **20** an dem vorderen Anschlag **30** anliegt, überragt der vordere Abschnitt **143** das dritte Dichtelement **133** in Schlagrichtung **9** um wenigstens eine Länge, die dem Weg des Döppers **20** zwischen dem vorderen Anschlag **30** und dem hinteren Anschlag **29** entspricht. Ein Durchmesser des vorderen Abschnitts **143** ist geringer als der Durchmesser des dickeren Abschnitts **33**.

[0056] In einer alternativen Ausgestaltung ist ein Dichttring **146** auf dem vorderen Abschnitt **143** des Döppers **20** befestigt, z.B. in einer Ringnut (Fig. 13). Der Dichttring **146** gleitet innerhalb einer zylindrischen Hülse **147** in der Führung **28** und dichtet mit ihr in jeder Stellung des Döppers **20** ab. Eine äußere radiale Fläche **148** des Dichttrings **146** berührt die Hülse **147**.

[0057] Anstelle oder zusätzlich zu dem Einwege-Ventil **60** mit einem axial schwimmenden Dichttring **61** können andere Einwege-Ventilsysteme z.B. die beschriebenen mit einer kegelförmigen Kulisse für einen Dichttring **80**, einem Klappventil **100**, einem Spaltdichtventil **110** auf dem dickeren Abschnitt **33** angeordnet werden.

[0058] Fig. 14 und Fig. 15 zeigen im Längsschnitt bzw. Querschnitt in der Ebene XV-XV eine weitere Ausführung mit einem Ventil **150**. Das Ventil **150** ist stationär in der Führung **28** gelagert und bildet das zweite Dichtelement **44**. Gegenüber der vorherigen Ausführungsformen ist die Ausrichtung des Ventils **150** bezüglich der Schlagrichtung **9** geändert, da das Ventil **150** gesehen von dem Werkzeug hinter der pneumatischen Kammer **40** angeordnet ist.

[0059] Der Aufbau des Ventils **150** entspricht weitgehend dem Aufbau der in Zusammenhang mit Ventil **50** erläuterten Ausführungsform. Der einzig wesentliche Unterschied ist die entgegengesetzt angeordnete Orientierung des Ventils **150** bezüglich der Schlagrichtung **9** verglichen zu dem Ventil **50**. Beide Ventile **50** ermöglichen ein Einströmen von Luft in die pneumatische Kammer **40** und verhindern ein Ausströmen von Luft. Das Ventil **150** hat einen Dichttring **151**, welcher in eine umlaufende Nut **152** in der Führung **28** gelagert ist. Der Dichttring **151** umschließt bündig und luftdicht den hinteren Abschnitt **75** des Döppers **20**.

[0060] Zwischen einem Nutboden **153** der Nut **152** und dem Dichttring **151** ist ein Spalt **154**, durch den Luft in längs der Achse **8** strömen kann. Die Nut **152** ist breiter als der Dichttring **151**, um dem Dichttring **151** eine Bewegung längs der Achse **8** zu ermöglichen. Eine vordere Nutwand **155** und eine vordere Stirnfläche **156** des Dichttrings sind derart strukturiert, dass beim Anliegen des Dichttrings **151** an der vorderen Nutwand **155** radiale Kanäle **157** zwischen dem Dichttring **151** und der vorderen Nutwand **155** frei bleiben. Die Kanäle **157** können beispielsweise als Rillen in die vordere Stirnfläche **156** des

Dichttrings **151** einprägt sein. Die hintere Nutwand **158** der Nut **152** und die hintere Stirnfläche **159** des Dichttrings **151** können mit einander entlang einer geschlossenen Ringlinie um die Achse **8** hermetisch abschließen. Mit der Vorwärtsbewegung des Döppers **20** wird der Dichttring **151** gegen die vordere Nutwand **155** gedrückt, zusätzlich unterstützt durch die entlang des hinteren Abschnitts **75** des Döppers **20** in die pneumatische Kammer **40** einströmende Luft, wodurch das Ventil **150** geöffnet wird bzw. offen gehalten wird. Bei einer Rückwärtsbewegung des Döppers **20** wird der Dichttring **151** gegen die hintere Nutwand **158** gedrückt, zusätzlich unterstützt durch den sich aufbauenden Überdruck in der pneumatischen Kammer **40**, wodurch das Ventil **150** geschlossen wird bzw. geschlossen gehalten wird.

[0061] Das erste Dichtelement **43** zwischen den Anschlüssen kann z.B. durch einen Dichttring aus Kautschuk, z.B. einen O-Ring, realisiert sein, der unbeweglich in einer Ringnut **160** in dem dickeren Abschnitt **33** eingesetzt ist. Alternativ kann ein Ventil, z.B. das Ventil **60** aus der vorherigen Ausführungsform, das erste Dichtelement **43** bilden.

[0062] Fig. 16 zeigt im Längsschnitt eine nicht-erfindungsgemäße Ausführung mit einem stationär angeordneten Ventil **170**. Das erste Dichtelement **43** kann ein permanent abdichtendes Dichtelement oder ein Ventil sein. Das Ventil **170** bildet das zweite Dichtelement **44** mittels einer Nut **171**, welche in eine Innenwand **172** der Führung **28** eingelassen ist, und einem ringförmigen Dichtelement **173**, welches in die Nut **171** eingesetzt ist und den hinteren Abschnitt **75** des Döppers **20** umgibt. Die Nut **171** ist axial, entgegen der Schlagrichtung **9** zu dem hinteren Anschlag **29** angeordnet. Eine vordere Nutwand **174** der Nut **171** ist im wesentlichen senkrecht zur Achse **8** während die hintere Nutwand **175** der Nut **171** gegenüber der Achse **8** geneigt ist. Die hintere Nutwand **175** verläuft entgegen der Schlagrichtung **9** radial nach Innen. Das Ventil **170** sperrt, wenn Luft aus der pneumatischen Kammer **40** ausströmt, indem der Dichttring **173** durch die schräge, hintere Nutwand **175** radial gestaucht und gegen den Döpper **20** gepresst wird.

[0063] Fig. 17 zeigt eine weitere Ausführungsform mit einem anders gestalteten Döpper **200** und einer zugehörigen Führung **201**. Die Führung **201** hat ein beispielsweise zylindrisches Führungsrohr **202**, in dem der Döpper **200** gleitet. In dem Führungsrohr **202** ist eine Hülse **203** eingelegt, welche lokal den inneren Querschnitt des Führungsrohrs **202** verringert. Der Döpper **200** hat längs der Achse **8** zwischen einem vorderen Abschnitt **204** und einem hinteren Abschnitt **205** einen verjüngten mittleren Abschnitt **206**. Der vordere Abschnitt **204** und der hintere Abschnitt **205** können die Schlagflächen **26**, **27** bilden. Der Durchmesser des mittleren Abschnitts **206** an die Hülse **203** angepasst. Die, vorzugsweise gleichgroßen, Durchmesser des vorderen und hinteren Abschnitts **204**, **205** sind an den größten inneren Durchmesser des Führungsrohrs **201** angepasst. Der vordere Abschnitt **204** ist in Schlagrichtung **9** nach und der hintere Abschnitt **205**

in Schlagrichtung **9** vor der Hülse **203**. Eine gegen die Schlagrichtung **9** weisende radial verlaufende Fläche **207** des vorderen Abschnitts **204** bildet zusammen mit einer in Schlagrichtung **9** weisenden Fläche **208** der Hülse **203** den hinteren Anschlag. Der vordere Anschlag wird durch den hinteren Abschnitt **205** und seine in Schlagrichtung **9** weisende radial verlaufende Fläche **209** und die gegen die Schlagrichtung weisende Fläche **210** der Hülse **203** gebildet.

[0064] Die Führung **201** ist in radialer Richtung durch einen vorderen Dichtring **211** und einen hinteren Dichtring **212** mit dem vorderen Abschnitt **204** bzw. dem hinteren Abschnitt **205** des Döppers **200** luftdicht verbunden. In der Hülse **203** ist ein Einwege-Ventil **213** angeordnet, welche die Hülse **203** gegenüber dem mittleren Abschnitt **206** des Döppers **200** in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung des Döppers **200** abdichten kann. Hierdurch wird eine vordere pneumatische Kammer **214** und eine hintere pneumatische Kammer **215** definiert, welche über das Ventil **213** gekoppelt sind. Das Ventil **213** öffnet wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen bei einer Bewegung des Döppers **200** in Schlagrichtung **9** und schließt oder drosselt bei einer Bewegung des Döppers **200** entgegen der Schlagrichtung **9**. Das Einwege-Ventil **213** kann beispielsweise das Ventil **60** mit einem geschlitzten, axial schwimmenden Dichtring **61**, das Ventil **80** mit einer kegelförmigen Kulissee für einen Dichtring, das Ventil **100** mit einem Klappventil, das Ventil **110** mit einem Spaltdichtventil sein.

[0065] In einer Ausgestaltung ist nur eine pneumatische Kammer vorgesehen, wofür beispielsweise der vordere **211** oder der hintere Dichtring **212** entfällt oder nicht hermetisch abdichtend angeordnet ist.

[0066] Fig. 18 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der zwei unabhängige Ventile für zwei pneumatischen Kammern **40**, **120** vorgesehen sind. Die pneumatischen Kammern **40**, **120** sind nicht gekoppelt.

[0067] In der dargestellten Ausführungsform ist die vordere pneumatische Kammer **120** über ein erstes Ventil **270** an die Umgebung angekoppelt. Das erste Ventil **270** ist sperrend gegen ein Einströmen von Luft in die vordere pneumatische Kammer **120**. Ein zweites Ventil **271** koppelt die hintere pneumatische Kammer **40** an die Umgebung an und ist sperrend für ein Ausströmen von Luft aus der hinteren pneumatischen Kammer **40**. Die beiden pneumatischen Kammern **40**, **120** sind durch das erste Dichtelement in der beispielhaften Ausführung eines Dichtrings **272** getrennt, welcher axial zwischen den beiden Ventilen **270**, **272** angeordnet ist. Die beiden Ventile **270**, **271** können beispielsweise durch das dargestellte Einweg-Ventil **60** oder andere Einweg-Ventile gebildet sein.

[0068] Fig. 19 zeigt eine weitere Ausführungsform mit einem Ventil **280** in einem Längsschnitt durch das Schlagwerk **4**, Fig. 20 in einem Querschnitt durch das Ventil **280** in der Ebene XX-XX und Fig. 21 mit einer vergrößerten Detaildarstellung. Der dickere mittlere Abschnitt **33** hat eine radial vorstehende Rippe **283**, welche

beispielsweise geschlossen den Umfang verläuft. Über die Rippe **282** ist Dichtring **281** gestülpt, der den mittleren Abschnitt **33** umspannt. Der Dichtring **281** hat eine Nut **282**, in die die Rippe **283** eingreift. Die Nut **282** ist breiter als die Rippe **283** und ein Nutboden **287** ist von einer Dachfläche **286** der Rippe **283** beabstandet. Der Dichtring **281** liegt vorzugsweise an einer Mantelfläche **293** des mittleren Abschnitts **33** versetzt zu der Rippe **283** an. In dem Dichtring **281** sind mehrere axial verlaufende Rillen **290** in eine dem Döpper **20** zugewandte Fläche **291** derart eingebracht, dass die Fläche **291** zusammen mit der Nut **292** wenigstens einen durchgehenden axial verlaufenden Kanal zwischen dem Döpper **20** und dem Dichtring **281** bildet. Entlang der axialen Rillen **290** und der Nut **282** kann ein Luftstrom durch das Ventil **280** strömen.

[0069] Der Döpper **20** kann sich gegenüber dem Dichtring **281** längs der Achse **8** bewegen. In einer ersten Stellung kann eine vordere Stirnfläche **284** der Rippe **283** an einer vorderen Nutwand **288** der Nut **282** anliegen. In der Nutwand **288** sind mehrere radial verlaufende Rillen **292** eingebracht. Hierdurch wird ein bündiger Abschluss der vorderen Stirnfläche **284** und der vorderen Nutwand **288** verhindert. Zwischen der vorderen Nutwand **288** und der vorderen Stirnfläche **284** bilden die radialen Rillen **292** einen Luftkanal mit einer Querschnittsfläche ungleich Null. Die vordere Stirnfläche **284** der Rippe **283** und die vordere Nutwand **289** sind in der dargestellten Ausführungsform senkrecht zur Achse **8**. Sie können alternativ auch gegenüber der Achse **8** geneigt sein. In einer zweiten Stellung kann eine hintere Stirnfläche **285** der Rippe **283** an einer hinteren Nutwand **289** der Nut **282** anliegen. Die hintere Stirnfläche **285** und die hintere Nutwand **289** sind vorzugsweise formschlüssig, wodurch ein Luftstrom zwischen den beiden Flächen in der zweiten Stellung unterbunden werden kann. Der Dichtring **281** ist in der Führung **28**, d.h. dem Führungsrohr **31** axial beweglich. Bei einem vorlaufenden Döpper **20** wird der Dichtring **281** mitgenommen, wobei die vordere **285** an der vorderen Nutwand **288** anliegt (erste Stellung). In die pneumatische Kammer **40** kann Luft entlang einem Strömungskanal strömen, der durch die axialen Rillen **290**, die radialen Rillen **292** entlang der vorderen Nutwand **288** und der vorderen Stirnfläche **284**, den Hohlraum zwischen dem Nutboden **287** und der Dachfläche **286** der Rippe **283**, und die voneinander beabstandete hintere Nutwand **289** und hintere Stirnfläche **285** der Rippe **283** gebildet ist. Bei einem zurücklaufenden Döpper **20** wird der Dichtring **281** ebenfalls mitgenommen, wobei nun die hintere Stirnfläche **284** an der hinteren Nutwand **287** anliegt. Vorzugsweise liegt der Dichtring **281** bündig, hermetisch dicht, an der Innenwand **32** des Führungsrohrs **31** an, wodurch der Strömungskanal des Ventils **280** abgeschnürt wird. Der Querschnitt des Strömungskanals wird nun durch die beiden aneinanderliegenden hinteren Flächen bestimmt.

[0070] In einer Ausgestaltung sind die radial verlaufenden Rillen **292** alternativ oder zusätzlich in der vorderen

Stirnfläche **284** der Rippe **283** angeordnet.

[0071] Die pneumatische Kammer **40** kann durch das zweite Dichtelement **44**, vorzugsweise einen permanent dichtenden, unbeweglichen Dichtring, der ein hinteres Ende **75** des Döppers **20** umschließt abgeschlossen sein.

[0072] Fig. 22 zeigt in einer Detailansicht ein stationäres Ventil **300** auf der Hülse **77**. Die Hülse **77** hat eine vorspringende Rippe **303**, über die ein bewegliches Dichtring **301** mit einer Nut **302** gestülpt ist. Gegenüber der in den Fig. 19 bis **21** dargestellten Ausführungsform ist die Anordnung des Dichtrings **301** zu einer Ebene senkrecht zur Achse **8** gespiegelt angeordnet. Eine Nutwand **308** mit radial verlaufenden Rillen **312** liegt einer hinteren Stirnfläche **304** der Rippe **303** gegenüber. Die hintere Stirnfläche **304** weist von der pneumatischen Kammer **40** weg. Eine vordere Nutwand **309** ist vorzugsweise glatt und liegt eine bündig abschließenden vorderen Stirnfläche **305** der Rippe **303** gegenüber. Die Dichtring **301** wird durch die Luftströme in und aus der pneumatischen Kammer **40** bewegt. Ein Luftstrom in die pneumatische Kammer **40** verschiebt das Dichtring in Richtung zu der pneumatischen Kammer **40**, wodurch die hinteren Flächen mit den radialen Rillen **312** aneinanderliegen. Das Ventil **300** ist offen. Ein Luftstrom aus der pneumatischen Kammer **40** verschiebt den Dichtring **301** von der pneumatischen Kammer **40** weg, wodurch die beiden bündig abschließenden vorderen Flächen **305**, **309** aneinanderliegen. Das Ventil **300** ist geschlossen.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine mit einem Döpper (**20**), einer Führung (**28**) in der der Döpper (**20**) längs der Achse (**8**) geführt ist, einer eigen medium-betätigten Ventileinrichtung (**60**, **150**, **200**, **280**, **300**), einer pneumatischen Kammer (**40**), die durch den Döpper (**20**), die Führung (**28**) und die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**60**, **150**, **200**, **280**, **300**) abgeschlossen ist, wobei das Volumen der pneumatischen Kammer (**40**) mit einer Bewegung des Döppers (**20**) entlang der Achse (**8**) variiert, wobei die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**60**, **150**, **200**, **280**, **300**) in einem Durchströmungskanal zwischen Döpper (**20**) und der Führung (**28**) ein in einem Lager (**62**, **160**, **203**, **283**, **303**) längs der Achse (**8**) zwischen zwei Stellungen bewegliches Dichtelement (**61**, **151**, **281**, **301**) aufweist, wobei der Durchströmungskanal in einer ersten der zwei Stellungen des Dichtelements anliegend an einer ersten Anschlagsfläche (**63**, **158**, **285**, **305**) des Lagers (**62**, **160**, **203**, **283**, **303**) eine erste Querschnittsfläche aufweist und der Durchströmungskanal in einer zweiten der zwei Stellungen des Dichtelements anliegend an einer zur ersten Anschlagsfläche längs der Achse (**8**) versetzten zweiten An-

schlagsfläche (**72**, **155**, **284**, **304**) des Lagers (**62**, **160**, **203**, **283**, **303**) eine zweite Querschnittsfläche aufweist, und die zweite Querschnittsfläche größer als die erste Querschnittsfläche ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Durchströmungskanal zwischen der ersten Anschlagsfläche (**63**, **158**, **285**, **305**) des Lagers und einer auf die erste Anschlagsfläche des Lagers zuweisenden ersten Anschlagsfläche (**70**, **159**, **289**, **309**) des Dichtelements (**61**, **151**, **281**, **301**) und zwischen der zweiten Anschlagsfläche (**72**, **155**, **284**, **304**) des Lagers und einer auf die zweite Anschlagsfläche des Lagers zuweisenden zweiten Anschlagsfläche (**71**, **156**, **288**, **308**) des Dichtelements verläuft.

2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** falls ein Volumen der pneumatischen Kammer (**40**) bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) zunehmend ist, die erste Anschlagsfläche (**63**, **158**, **285**, **305**) des Lagers der pneumatischen Kammer (**40**) zugewandt angeordnet ist, und falls ein Volumen der pneumatischen Kammer (**120**) bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) abnehmend ist, die zweite Anschlagsfläche (**72**, **155**, **284**, **304**) des Lagers der pneumatischen Kammer (**120**) zugewandt angeordnet ist.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** eine weitere pneumatische Kammer (**120**), die **durch** den Döpper (**20**), die Führung (**28**) und die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**60**, **150**, **200**, **280**, **300**) abgeschlossen ist, wobei bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) das Volumen der pneumatischen Kammer (**40**) zunehmend und ein Volumen der weiteren pneumatischen Kammer (**120**) bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) abnehmend ist und die pneumatische Kammer (**40**) und die weitere pneumatische Kammer (**120**) **durch** die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**60**, **150**, **200**, **280**, **300**) verbunden sind.

4. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Anschlagsfläche (**72**, **155**, **284**, **304**) des Lagers und/oder eine auf die zweite Anschlagsfläche des Lagers zuweisenden Anschlagsfläche (**71**, **156**, **288**, **308**) des Dichtelements wenigstens teilweise zur Achse (**8**) senkrecht radial verlaufende Rillen (**73**, **157**, **292**, **312**) aufweist.

5. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lager durch eine Nut (**62**) in dem Döpper oder eine Nut (**152**) in der Führung gebildet ist, und das Dichtelement in die Nut eingesetzt zwischen der er-

sten Anschlagsfläche gebildet durch eine erste Nutwand und der zweiten Anschlagsfläche gebildet durch eine zweite Nutwand axial beweglich ist.

6. Werkzeugmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet dass die Nut und das Dichtelement ringförmig um die Achse (8) verlaufen und das Dichtelement in der ersten Stellung die Führung und den Döpper jeweils entlang einer geschlossenen Linie um die Achse (8) berührt. 5
7. Werkzeugmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Nutwand gegenüber der Achse (8) um weniger als 60 Grad geneigt ist und die zweite Nutwand gegenüber der Achse (8) um wenigstens 80 Grad geneigt ist. 10
8. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Döpper einen prismatischen, ersten Abschnitt (75) und einen prismatischen, zweiten Abschnitt (33) mit einer gegenüber dem ersten Abschnitt größeren Querschnittsfläche aufweist, wobei die Ventileinrichtung (60) an dem zweiten Abschnitt (33) des Döpfers (20) angeordnet ist. 15
9. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zu der eigenmedium-betätigten Ventileinrichtung (60, 150, 200, 280, 300) längs der Achse (8) versetzte Dichtung zwischen dem Döpper (20) und der Führung (28) zum Abdichten der pneumatischen Kammer (40) vorgesehen ist, wobei die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (60, 150, 200, 280, 300) und die Dichtung in unterschiedlichem Abstand zur Achse (8) angeordnet sind. 20
10. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Querschnittsfläche des Strömungskanals höchstens ein Hundertstel der zweiten Querschnittsfläche des Strömungskanals beträgt. 25
11. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Drossel (54), welche die pneumatische Kammer (40) mit einem Luftreservoir verbindet, wobei einer Querschnittsfläche der Drossel höchstens ein Hundertstel der zweiten Querschnittsfläche der eigenmedium-betätigten Ventileinrichtung (60, 150, 200, 280, 300) entspricht. 30
12. Werkzeugmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Anschlagsfläche (63, 285, 305) des Lagers und/oder eine auf die erste Anschlagsfläche des Lagers zuweisenden Anschlagsfläche (70, 287, 308) des Dichtelements wenigstens teilweise zur Achse (8) senkrecht radial ver- 35

laufende Rillen aufweist, und eine Summe über deren Querschnittsfläche geringer als ein Hundertstel der Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer (40, 120) ist.

Claims

1. Power tool comprising a rivet die (20), a guide (28) in which the rivet die (20) is guided along the axis (8), a system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300), a pneumatic chamber (40) which is closed by the rivet die (20), the guide (28) and the system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300), wherein the volume of the pneumatic chamber (40) varies with a movement of the rivet die (20) along the axis (8), wherein the system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300) possesses, in a through-flow channel between the rivet die (20) and the guide (28), a sealing element (61, 151, 281, 301) which can be moved in a bearing (62, 160, 203, 283, 303) along the axis (8) between two positions, wherein, in a first of the two positions of the sealing element, resting against a first stop surface (63, 158, 285, 305) of the bearing (62, 160, 203, 283, 303), the through-flow channel has a first cross-sectional area, and in a second of the two positions of the sealing element, resting against a second stop surface (72, 155, 284, 304) of the bearing (62, 160, 203, 283, 303) displaced along the axis (8) in relation to the first stop surface, the through-flow channel has a second cross-sectional area, and the second cross-sectional area is greater than the first cross-sectional area, **characterised in that** the through-flow channel runs between the first stop surface (63, 158, 285, 305) of the bearing and a first stop surface (70, 159, 289, 309) of the sealing element (61, 151, 281, 301) pointing towards the first stop surface of the bearing and between the second stop surface (72, 155, 284, 304) of the bearing and a second stop surface (71, 156, 288, 308) of the sealing element pointing towards the second stop surface of the bearing. 40
2. Power tool according to claim 1, **characterised in that** if a volume of the pneumatic chamber (40) increases on a movement of the rivet die (20) in the direction of impact (9), the first stop surface (63, 158, 285, 305) of the bearing is arranged facing the pneumatic chamber (40), and if a volume of the pneumatic chamber (120) decreases on a movement of the rivet die (20) in the direction of impact (9), the second stop surface (72, 155, 284, 304) of the bearing is arranged facing the pneumatic chamber (120). 45
3. Power tool according to claim 1 or 2, characterised through a further pneumatic chamber (120), which is closed by the rivet die (20), the guide (28) and the 50

system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300), wherein the volume of the pneumatic chamber (40) increases on a movement of the rivet die (20) in the direction of impact (9) and a volume of the further pneumatic chamber (120) decreases on a movement of the rivet die (20) in the direction of impact (9), and the pneumatic chamber (40) and the further pneumatic chamber (120) are connected through the system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300).

4. Power tool according to one of the preceding claims, **characterised in that** the second stop surface (72, 155, 284, 304) of the bearing and/or a stop surface (71, 156, 288, 308) of the sealing element pointing towards the second stop surface of the bearing possesses radial grooves (73, 157, 292, 312) running at least partially perpendicular to the axis (8).

5. Power tool according to one of the preceding claims, **characterised in that** the bearing is formed by a slot (62) in the rivet die or a slot (152) in the guide, and the sealing element is inserted in the slot so as to be axially moveable between the first stop surface formed by a first slot wall and the second stop surface formed by a second slot wall.

6. Power tool according to claim 5, **characterised in that** the slot and the sealing element run in a ring form around the axis (8) and in the first position the sealing element touches the guide and the rivet die, in each case along a closed line around the axis (8).

7. Power tool according to claim 5 or 6, **characterised in that** the first slot wall is inclined in relation to the axis (8) by less than 60 degrees and the second slot wall is inclined in relation to the axis (8) by at least 80 degrees.

8. Power tool according to one of the preceding claims, **characterised in that** the rivet die has a prismatic first section (75) and a prismatic second section (33) with a larger cross-sectional area than the first section, wherein the valve device (60) is arranged on the second section (33) of the rivet die (20).

9. Power tool according to one of the preceding claims, **characterised in that** a seal, displaced along the axis (8) from the system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300) is provided between the rivet die (20) and the guide (28) in order to seal the pneumatic chamber (40), wherein the system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300) and the seal are arranged at different distances from the axis (8).

10. Power tool according to one of the preceding claims, **characterised in that** the first cross-sectional area

of the flow channel amounts to at most one hundredth of the second cross-sectional area of the flow channel.

11. Power tool according to one of the preceding claims, characterised through an air regulator (54) which connects the pneumatic chamber (40) with an air reservoir, wherein a cross-sectional area of the air regulator corresponds to at most one hundredth of the second cross-sectional area of the system-medium-operated valve device (60, 150, 200, 280, 300).

12. Power tool according to claim 11, **characterised in that** the first stop surface (63, 285, 305) of the bearing and/or a stop surface (70, 287, 308) of the sealing element pointing towards the first stop surface of the bearing possesses radial grooves running at least partially perpendicular to the axis (8), and their total cross-sectional area is less than one hundredth of the cross-sectional area of the pneumatic chamber (40, 120).

Revendications

1. Machine-outil comportant :

un perceur (20),
un guide (28) dans lequel le perceur (20) est guidé le long d'un axe (8),
un dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300),
une chambre pneumatique (40) qui est fermée par le perceur (20), le guide (28) et le dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300), le volume de la chambre pneumatique (40) variant en fonction d'un mouvement du perceur (20) le long de l'axe (8),
dans laquelle le dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300) comporte un élément d'étanchéité (61, 151, 281, 301) mobile entre deux positions dans un palier (62, 160, 203, 283, 303) le long de l'axe (8) dans un canal d'écoulement entre le perceur (20) et le guide (28),
dans laquelle le canal d'écoulement présente une première aire de section transversale dans une première des deux positions de l'élément d'étanchéité en butée contre une première surface d'arrêt (63, 158, 285, 305) du palier (62, 160, 203, 283, 303), et le canal d'écoulement présente une seconde aire de section transversale dans une seconde des deux positions de l'élément d'étanchéité en butée contre une seconde surface d'arrêt (72, 155, 284, 304) du palier (62, 160, 203, 283, 303) décalée par rapport à la première surface d'arrêt le long de l'axe (8),

et la seconde aire de section transversale est plus grande que la première aire de section transversale, **caractérisée en ce que** le canal d'écoulement entre la première surface d'arrêt (63, 158, 285, 305) du palier s'étend entre la première surface d'arrêt (63, 158, 285, 305) du palier et une première surface d'arrêt (70, 159, 289, 309) de l'élément d'étanchéité (61, 151, 281, 301) attribuée à la première surface d'arrêt du palier, et entre la seconde surface d'arrêt (72, 155, 284, 304) du palier et une seconde surface d'arrêt (71, 156, 288, 308) de l'élément d'étanchéité attribuée à la seconde surface d'arrêt du palier.

2. Machine-outil selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** si un volume de la chambre pneumatique (40) augmente lors d'un mouvement du percuteur (20) dans une direction de percussion (9), la première surface d'arrêt (63, 158, 285, 305) du palier est agencée dirigée vers la chambre pneumatique (40), et si un volume de la chambre pneumatique (120) diminue lors d'un mouvement du percuteur (20) dans la direction de percussion (9), la seconde surface d'arrêt (72, 155, 284, 304) du palier est agencée dirigée vers la chambre pneumatique (120).
3. Machine-outil selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée par** une chambre pneumatique supplémentaire (120) qui est fermée par le percuteur (20), le guide (28) et le dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300), dans laquelle le volume de la chambre pneumatique (40) augmente lors d'un mouvement du percuteur (20) dans une direction de percussion (9), et un volume de la chambre pneumatique supplémentaire (120) diminue lors d'un mouvement du percuteur (20) dans la direction de percussion (9), et la chambre pneumatique (40) et la chambre pneumatique supplémentaire (120) sont reliées par le dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300).
4. Machine-outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la seconde surface d'arrêt (72, 155, 284, 304) du palier et/ou une surface d'arrêt (71, 156, 288, 308) de l'élément d'étanchéité attribuée à la seconde surface d'arrêt du palier comporte des cannelures (73, 157, 292, 312) s'étendant radialement et au moins partiellement perpendiculairement à l'axe (8).
5. Machine-outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le palier est formé par une rainure (62) dans le percuteur ou une rainure (152) dans le guide, et l'élément d'étanchéité est axialement mobile dans la rainure inséré entre la première surface d'arrêt formée par une première paroi de rainure et la seconde surface

d'arrêt formée par une seconde paroi de rainure.

6. Machine-outil selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la rainure et l'élément d'étanchéité s'étendent de manière annulaire autour de l'axe (8) et dans la première position, l'élément d'étanchéité est respectivement en contact avec le guide et le percuteur le long d'une ligne fermée autour de l'axe (8).
7. Machine-outil selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** la première paroi de rainure est inclinée par rapport à l'axe (8) de moins de 60 degrés, et la seconde paroi de rainure est inclinée par rapport à l'axe (8) de moins de 80 degrés.
8. Machine-outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le percuteur comporte une première partie prismatique (75) et une seconde partie prismatique (33) ayant une aire de section transversale plus grande que la première partie, dans laquelle le dispositif de clapet (60) est agencé sur la seconde partie (33) du percuteur (20).
9. Machine-outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** joint entre le percuteur (20) et le guide (28), décalé par rapport au dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300) le long de l'axe (8), est prévu pour rendre la chambre pneumatique (40) étanche, dans laquelle le dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300) et le joint sont agencés à différentes distances par rapport à l'axe (8).
10. Machine-outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la première aire de section transversale du canal d'écoulement est au plus égale à un centième de la seconde aire de section transversale du canal d'écoulement.
11. Machine-outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par** un étranglement (54) qui relie la chambre pneumatique (40) à un réservoir d'air, dans laquelle une aire de section transversale de l'étranglement correspond au plus à un centième de la seconde aire de section transversale du dispositif de clapet actionné par son propre fluide (60, 150, 200, 280, 300).
12. Machine-outil selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la première surface d'arrêt (63, 285, 305) du palier et/ou une surface d'arrêt (70, 287, 308) de l'élément d'étanchéité attribuée à la première surface d'arrêt du palier comporte au moins en partie des cannelures s'étendant radialement et au moins partiellement perpendiculairement à l'axe (8), et une somme de leur aire de section transversale

est inférieure à un centième de l'aire de section transversale de la chambre pneumatique (40, 120).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

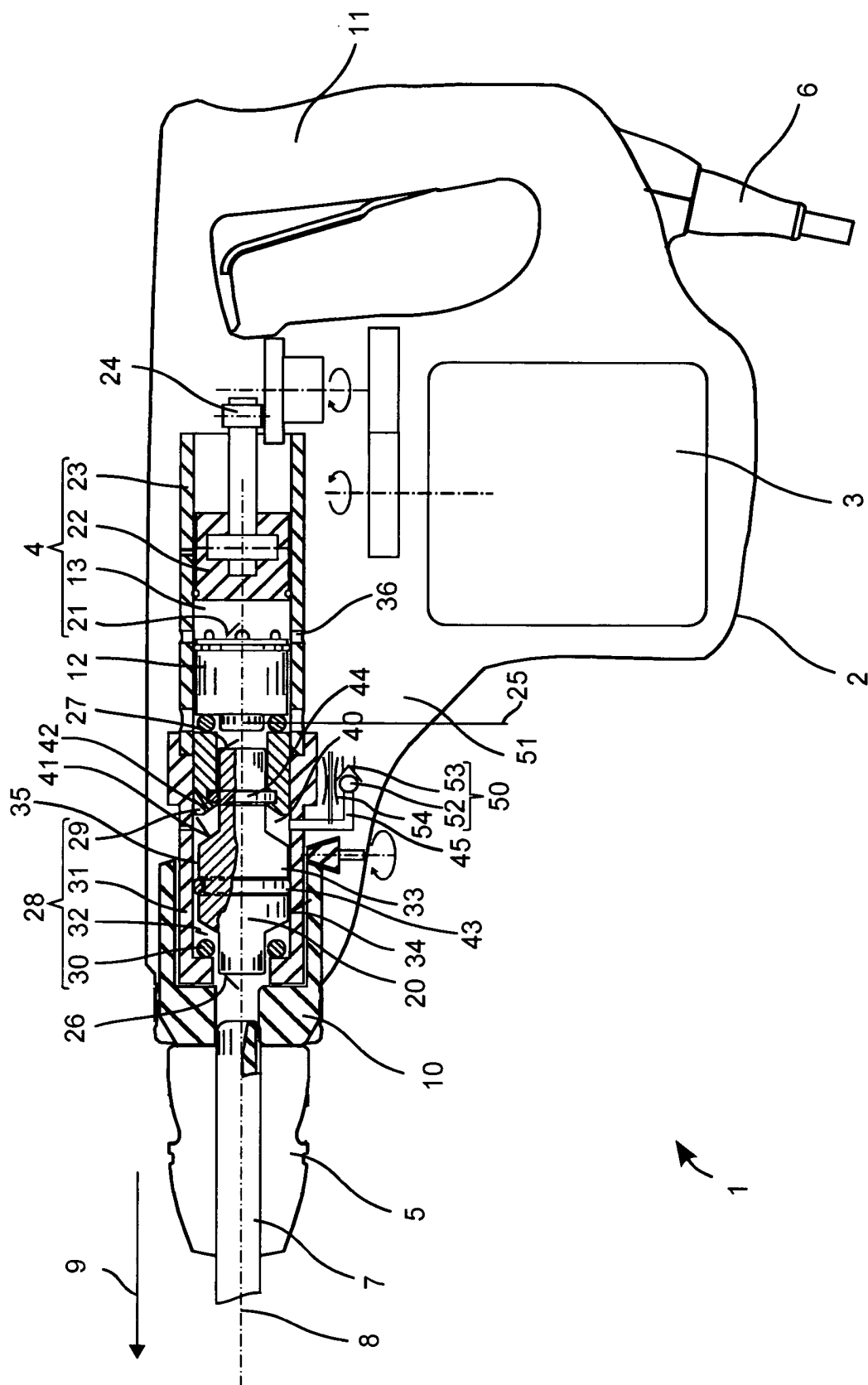
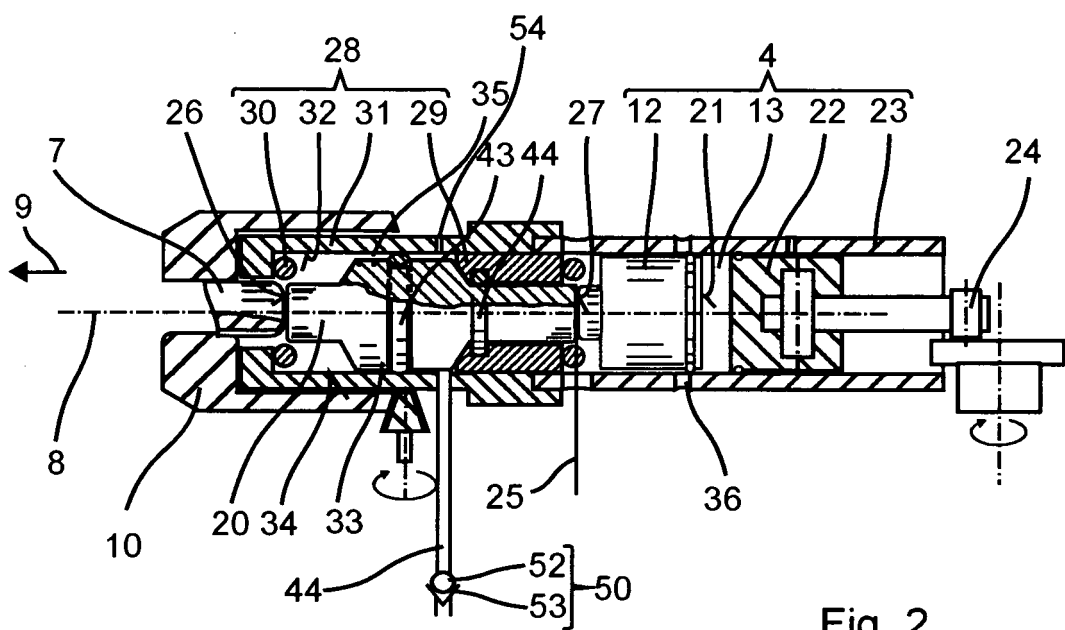


Fig. 1



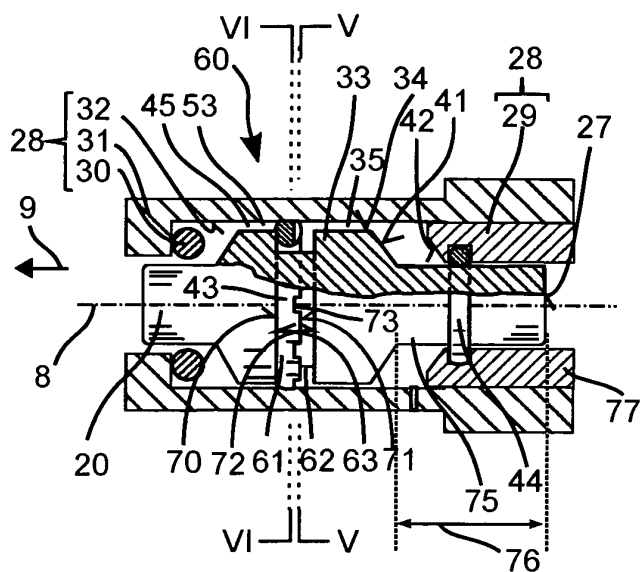


Fig. 3

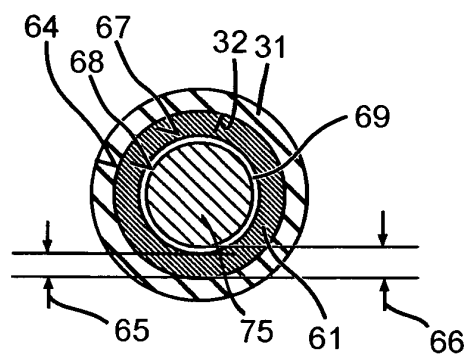


Fig. 5

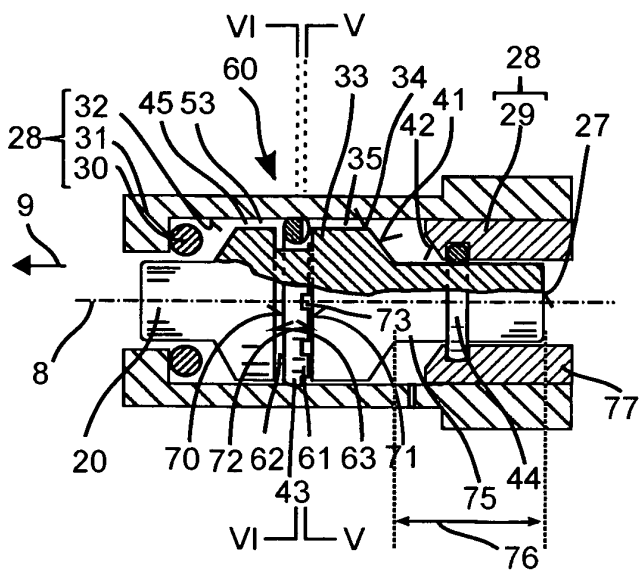


Fig. 4

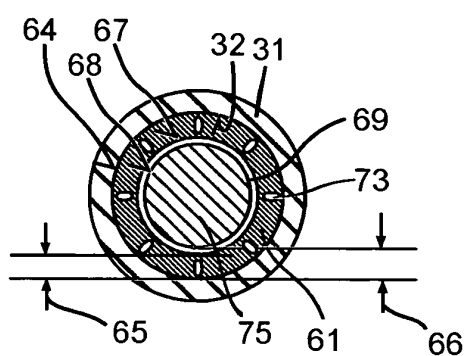


Fig. 6

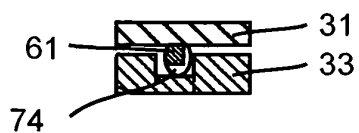


Fig. 7

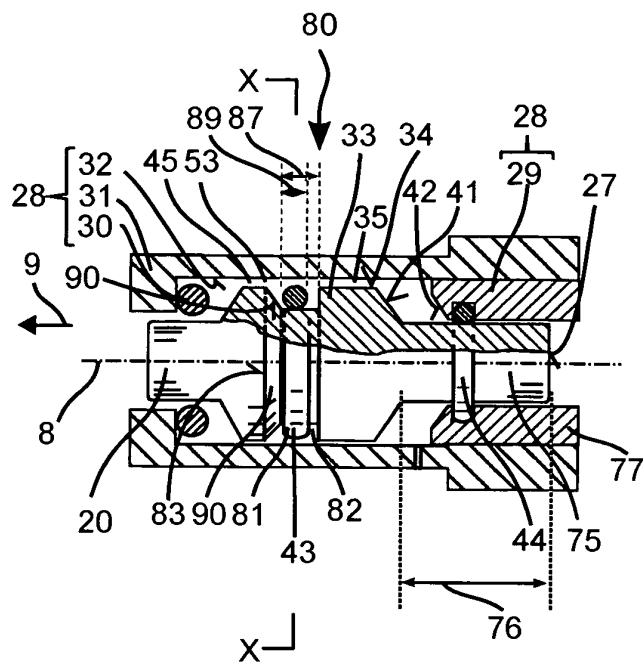


Fig. 8

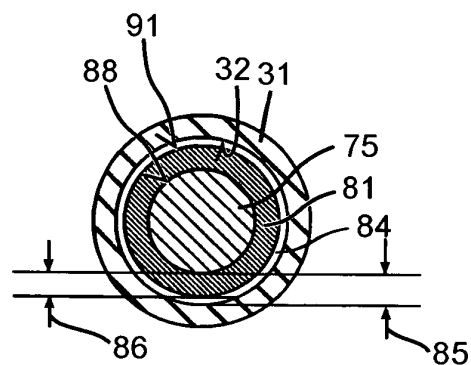


Fig. 10

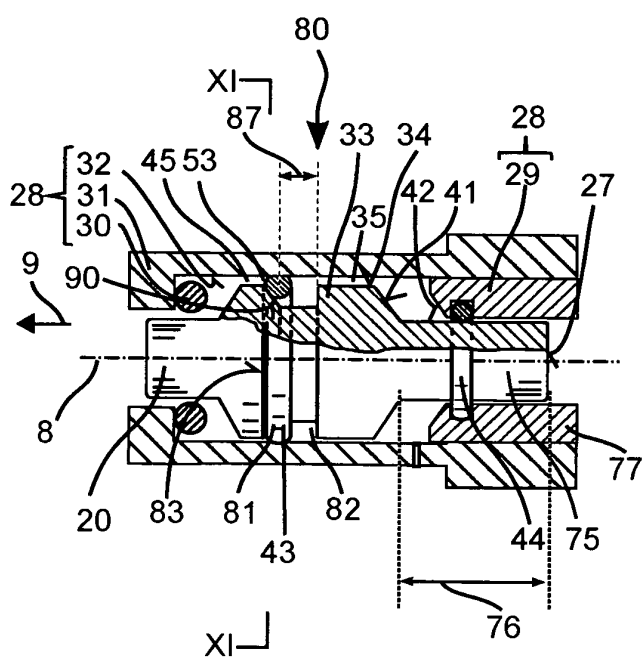


Fig. 9

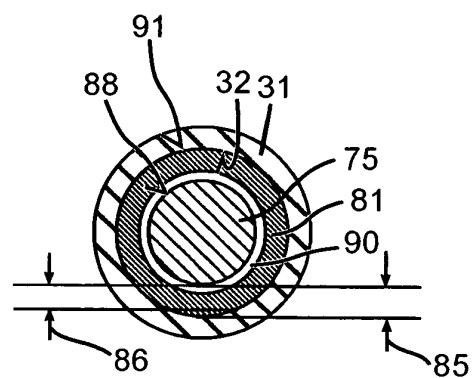


Fig. 11

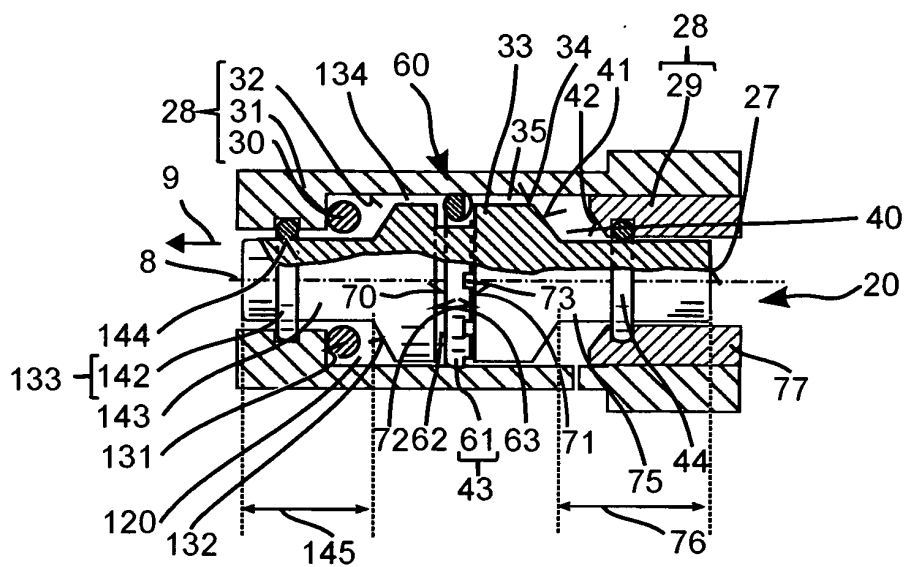


Fig. 12

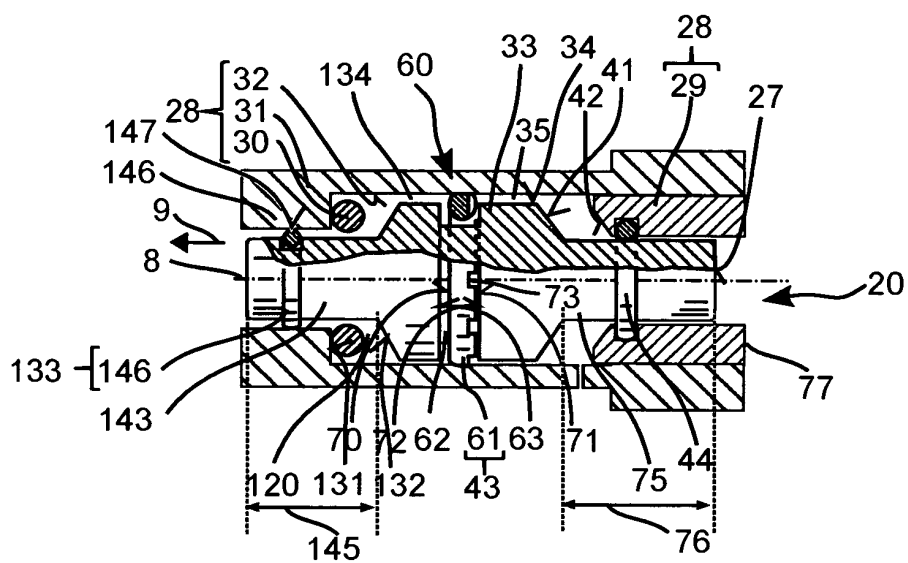


Fig. 13

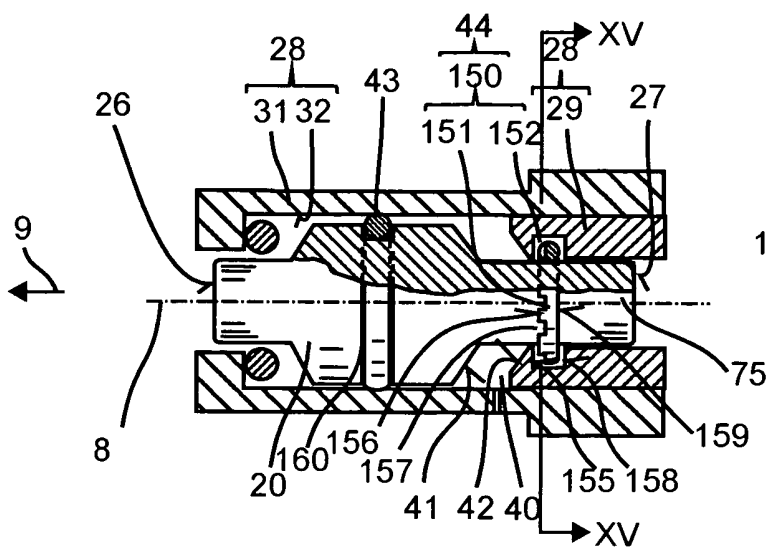


Fig. 14

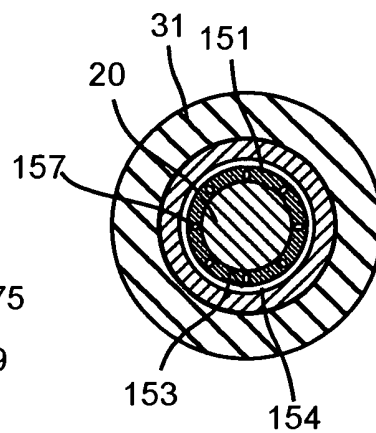
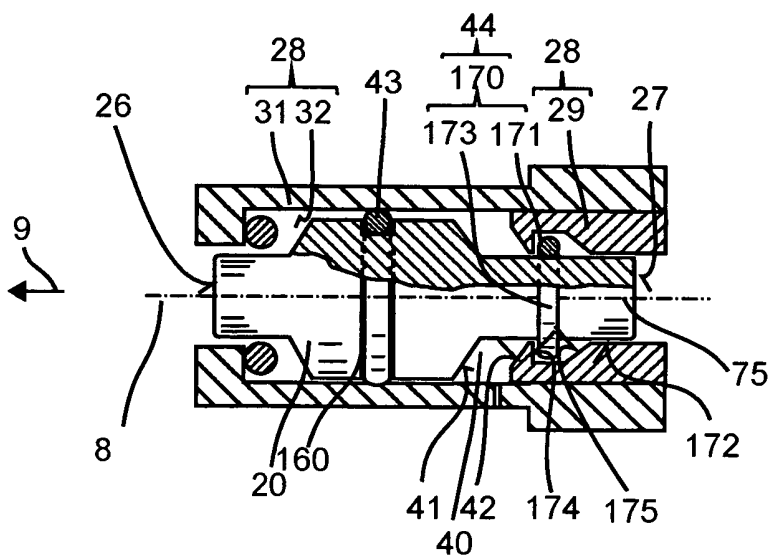


Fig. 15



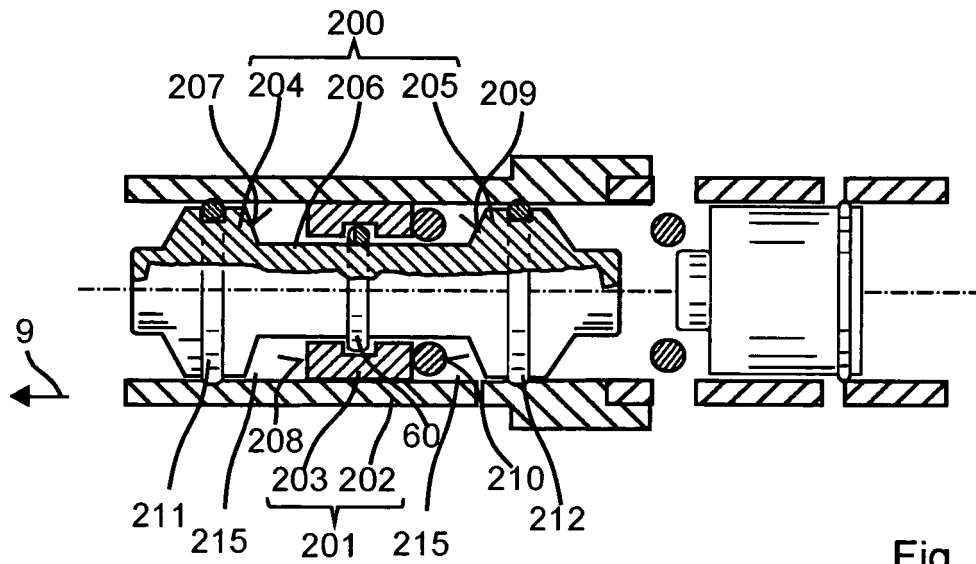


Fig. 17

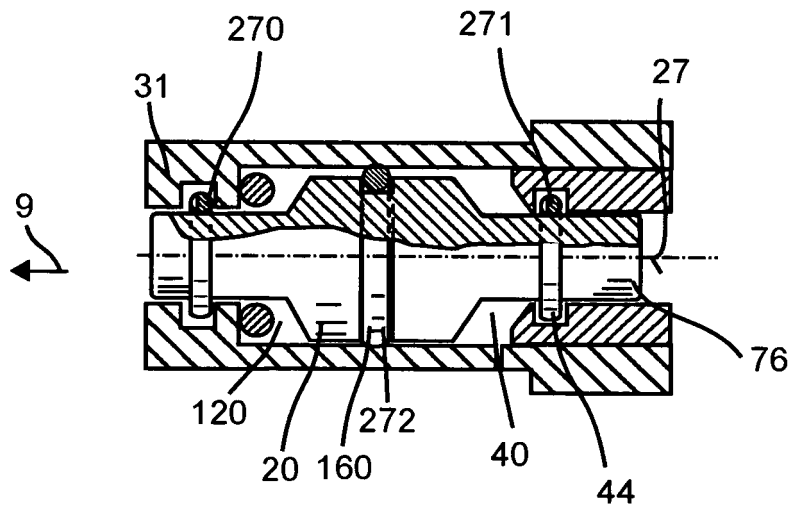


Fig. 18

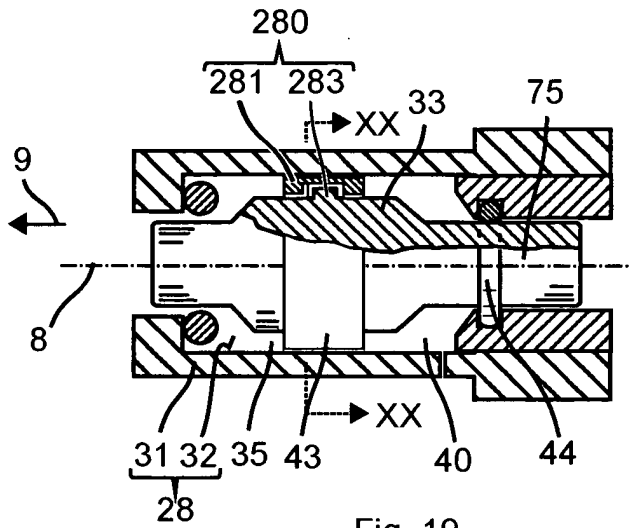


Fig. 19

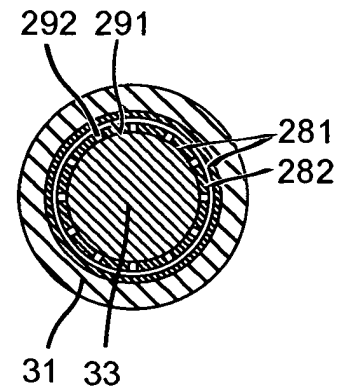


Fig. 20

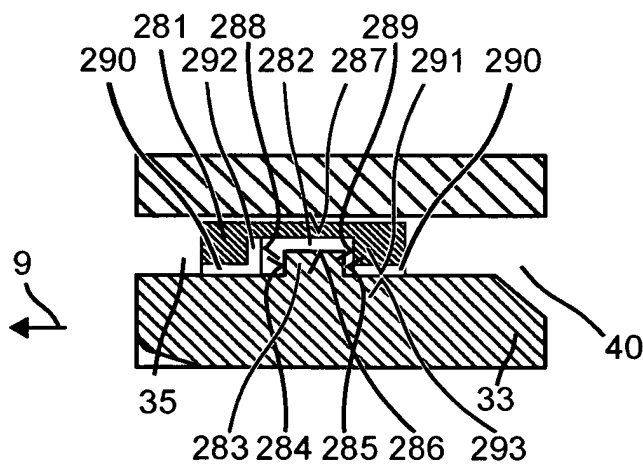


Fig. 21

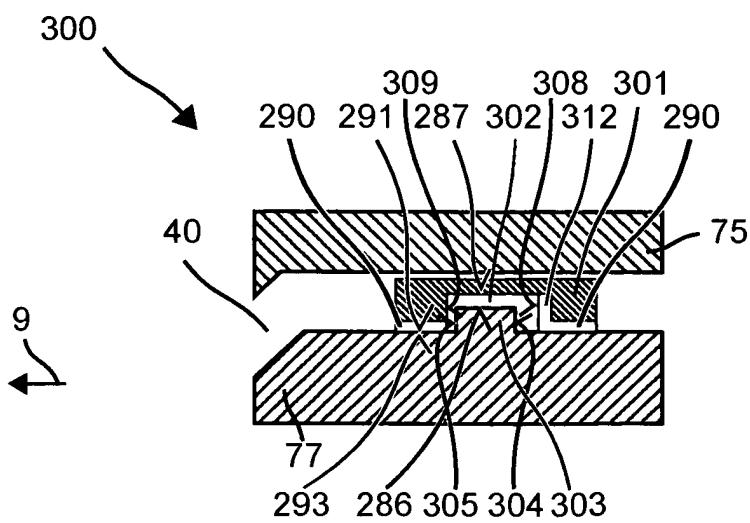


Fig. 22

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0133161 A1 [0001]
- EP 0933169 A2 [0001]
- US 6116352 A [0002]